



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta
Katedra fyziky

Diplomová práce

Třískové obrábění se zaměřením na speciální technologie při soustružení

vypracoval Bc. Michal Vondrášek
Vedoucí práce: PaedDr. Bedřich Veselý, Ph.D

České Budějovice 2014

Anotace

Práce pojednává o problematice obrábění se zaměřením na soustružení. Úvodní část práce je teoretická, vymezuje základní pojmy obrábění. Je zaměřena především na třískové obrábění v širších souvislostech v návaznostech na hospodárnost obrábění. Praktická část práce se věnuje zejména nástrojům pro soustružení, materiálům, z nichž jsou nástroje vyrobeny a vhodnosti jejich použití pro jednotlivé soustružnické operace a druhy obráběných materiálů. Jádro práce tvoří detailní rozbor vybraných soustružnických operací spojených často v praxi s komplikacemi. V této části práce je uveden podrobný rozbor příčin vznikajících problémů a navržena některá řešení vycházející z praktických zkušeností. Celý text je didakticky pojatý, aby byl dobře využitelný ve výuce.

Klíčová slova: Třískové obrábění, soustružení, technologické postupy

Abstract

This diploma thesis is focused on cutting operation, particularly on turning. The theoretical part defines basic notion of cutting operation. It is especially focused on cutting operation in a broader context and in relation to economy. The practical part is focused on tools for turning, materials which the tools are made of and on the appropriateness of their use for different types of procedures and machined materials. The base of diploma thesis consists of a detailed analysis of selected turning operations in practice often associated with complications. This part contains a detailed analysis of the causes of emerging problems and proposed some solutions based on practical experience. The whole text is didactically conceived to be usable in teaching.

Key words: cutting operation, turning, technological processes

Prohlášení:

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě - v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum:

Podpis studenta:

Poděkování:

Rád bych poděkoval vedoucímu práce PaedDr. Bedřichu Veselému, Ph.D. za odborné připomínky, konzultace, vedení a velmi vstřícný přístup, který mi pomohl při zpracování této práce.

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| Úvod | 8 |
| 1 Základní pojmy | 10 |
| 1.1 Co je obrábění? | 10 |
| 1.2 Co je třískové obrábění?..... | 10 |
| 2 Základní pojmy třískového obrábění..... | 11 |
| 2.1 Obrobek..... | 11 |
| 2.2 Nástroj (břit)..... | 11 |
| 2.3 Pohyby při obrábění | 11 |
| 2.4 Nástroj..... | 13 |
| 2.4.1 Nástroje pro třískové obrábění (soustružení)..... | 14 |
| 2.4.2 Řezné úhly nástroje..... | 14 |
| Břítový diagram čela..... | 14 |
| 2.4.3 Vliv některých parametrů nástroje na řezné podmínky | 16 |
| 3 Základní pohyby při obrábění..... | 18 |
| 4 Soustružení. | 19 |
| 4.1 Způsoby soustružení..... | 19 |
| 4.2 Postavení nože k ose rotace..... | 19 |
| 4.3 Řezná rychlost obecně..... | 20 |
| 4.4 Řezné podmínky (trvanlivost břitu v řezu). | 21 |
| 4.5 Určení nástroje podle směru obrábění..... | 24 |
| 4.6 Hlavní části univerzálního hrotového soustruhu..... | 25 |
| 4.7 Způsoby upnutí..... | 26 |
| 4.7.1 Do univerzálního sklíčidla. | 26 |
| 4.7.2 Mezi hroty..... | 27 |
| 4.7.3 Upínání na trny a do kleštín..... | 28 |
| 4.7.3.1 Pevný kuželový trn..... | 28 |
| 4.7.3.2 Válcový trn..... | 28 |
| 4.7.3.3 Rozpínací trn..... | 29 |
| 4.7.3.4 Kleština..... | 29 |
| 5 Síly působící na břit soustružnického nože..... | 30 |
| 6 Vybrané operace soustružení..... | 30 |
| 6.1 Podélné soustružení dlouhých obrobků..... | 30 |
| 6.1.1 Torzní chvění..... | 30 |
| 6.1.2 Radiální chvění..... | 31 |
| 6.1.3 Pevná luneta..... | 32 |
| 6.1.4 Pohyblivá luneta..... | 32 |
| 6.2 Navrtávání, vrtání a vyvrtávání otvorů..... | 34 |
| 6.2.1 Vrtání otvorů..... | 34 |
| 6.2.1.1 Druhy vrtáků a jejich rozdělení: | 34 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 6.2.1.2 | Nástroje pro vrtání středně hlubokých děr do 1:6D | 36 |
| 6.2.1.3 | Vrtáky s vnitřním odvodem třísky..... | 37 |
| 6.2.1.4 | Vypichování otvorů..... | 38 |
| 6.2.2 | Vyvtávání..... | 38 |
| 6.3 | Soustružení válcových a čelních ploch | 41 |
| 6.4 | Soustružení drážek..... | 41 |
| 6.4.1 | Rozdělení drážek..... | 41 |
| 6.4.2 | Dělení materiálu upichováním..... | 42 |
| 6.4.3 | Problémová úloha: Upichování a výroba drážek na soustruhu..... | 42 |
| 6.4.3.1 | Metody upichování..... | 44 |
| 6.4.3.2 | Metody zapichování | 46 |
| 6.5 | Řezání vnitřních závitů pomocí závitníků..... | 54 |
| 6.5.1 | Druhy závitníků..... | 54 |
| 6.5.2 | Závity-názvy a definice | 54 |
| 6.5.3 | Nástrojové držáky, do kterých upínáme závitníky..... | 55 |
| 6.5.4 | Řezání vnějších závitů | 56 |
| 6.5.4.1 | Nástroje pro výrobu závitů řezáním | 56 |
| 6.5.4.2 | Nástroje pro výrobu závitů válcováním | 57 |
| 6.5.4.3 | Nástrojové držáky..... | 58 |
| 6.5.5 | Problémová úloha soustružení závitů | 58 |
| 6.5.6 | Soustružení kužele na univerzálním hrotovém soustruhu..... | 66 |
| 6.5.7 | Způsoby soustružení tvarových ploch | 68 |
| 6.5.7.1 | Tvarovým nožem..... | 68 |
| 6.5.7.2 | Výroba tvarových součástí kopírováním..... | 68 |
| 7 | Závěr | 70 |
| 8 | Seznam použitých zdrojů | 72 |

Úvod

Cílem této práce je systematicky uspořádat a rozdělit způsoby třískového obrábění se zaměřením na speciální operace při soustružení a vypracovat názorný a metodicky pojatý text zvoleného tématu, tak aby byl dobře použitelný ve vyučovací praxi.

Vzhledem k situaci ve společnosti, kdy probíhá nejen krize ve výrobě, ale sílí konkurence asijských výrobců, např. z Číny, Taiwanu, Korey, je nutné hledat úspory, ve všech oblastech společenské činnosti. Výrobní kapacity se v poslední době přesouvají zvláště do služeb. Dříve pracovalo 60% pracovní síly ve výrobě a dnes působí 70% ve službách. Tento postup není dlouhodobě ekonomicky udržitelný. Je nutné zvýšit výrobní kapacity a výrobu samotnou. Je třeba vrátit se ke strojírenské výrobě, ve které jsme patřili ke světové špičce.

Každý způsob zpracování materiálu při výrobě má své výhody i nevýhody. Tyto výrobní postupy je třeba posoudit, dle požadovaných vlastností a předpokládaného množství výrobků. Je nutno posoudit především hospodárnost výroby. Například odlévání výrobku do ocelové formy znamená vysoké náklady na její výrobu, ale v dlouhodobém aspektu přináší velké množství kvalitních, rozměrově i tvarově přesných výrobků. Kování, použité při výrobě ozubeného kola navíc vylepšuje vlastnosti hotového výrobku tím, že průběh vláken materiálu kopíruje vnější tvar součásti a tím zvyšuje její pevnost. U těchto výrobních postupů se ovšem nevyhneme vysokým vstupním investicím na výrobu přípravků, strojů a nástrojů. Každá technologie má své výhody i nevýhody. Můžeme posuzovat cenu, mechanické vlastnosti, nároky na zařízení a mnoho dalších aspektů. Ale ani při využití zmíněných technologií se třískovému obrábění vždy nevyhneme, protože je nutné pro dokončovací operace, kdy např. kování nelze dosáhnout dostatečné přesnosti a kvality povrchu, nebo při kusové výrobě. V těchto případech musíme alespoň funkční plochy dokončit obrobením. Pro kusovou výrobu, nebo vývoj se třískové obrábění jeví jako ekonomicky nejvýhodnější. Je zde sice vysoká spotřeba materiálu, protože ho mnoho skončí jako odpad, ale investice do drahého zařízení se u malého množství vyrobených kusů nevyplatí.

Cíl práce:

Cílem této práce je systematicky uspořádat a rozdělit způsoby třískového obrábění se zaměřením na speciální technologie při soustružení a vytvořit názorný, přehledný, srozumitelný a metodicky pojatý text, který bude dobře použitelný ve výuce třískového obrábění na strojírensky zaměřených školách. Dalším cílem je rešerše velmi rozsáhlé literatury z oblasti obrábění se zaměřením na soustružení a speciální technologie při soustružení.

Hlavním cílem práce je vytvořit přehledný a srozumitelný výukový materiál, který bude přínosný a dobře použitelný při výuce předmětu Technická praktika.

Teoretickým cílem práce je definování základních pojmů, názvosloví, jednotek, řezných podmínek, stanovení hospodárné řezné rychlosti, otáček, posuvů, chlazení a mazání v závislosti na obráběném materiálu a na materiálu i geometrii nástroje. Dalším cílem práce je výběr soustružnických technologických operací vhodných pro použití pro výklad na i strojírensky zaměřených školách.

V dnešní době ovládá problematiku ruční obsluhy univerzálního hrotového soustruhu málo skutečných soustružníků (dnes již výhradně obráběči). Většina jich umí dobře obsluhovat CNC stroje, která jsou naprogramována tak, aby obtížné soustružnické operace dobře zvládly. Pokud se takový soustružník dostane do problémové situace na univerzálním hrotovém soustruhu, často má potíže situaci vyřešit.

Proto jsem si stanovil další cíl. Po konzultaci s mistry soustružníky shrnout, popsat a vysvětlit řešení některých problematických soustružnických operací.

V dostupné literatuře je velmi málo dílensky zaměřených statí s názornými obrázky. Jako učitel odborného předmětu na střední škole budu vycházet z praktických zkušeností s výukou strojního obrábění.

1 Základní pojmy

Dříve, než se začneme zabírat vlastním tématem této práce, musíme se seznámit s pojmy, které jsou stěžejní pro pochopení problematiky teorie třískového obrábění a tvorby třísky.

1.1 Co je obrábění?

Obrábění můžeme definovat jako činnost, která má za účel dosažení potřebného tvaru, rozměru a jakosti povrchu.[8]

Termín obrábění může být používán v různém významu.

V nejširším významu se obráběním rozumí jakýkoli technologický proces, kterým se polotovar mění na hotový výrobek požadovaného tvaru, rozměrů a jakosti povrchu. V tomto smyslu pod pojem obrábění patří všechny strojírenské technologie, to jest slévání, tváření, řezání, svařování, tepelné zpracování, úprava povrchu a montážní práce. V tomto smyslu chápou oblast, kterou se obrábění zabývá některé západní státy. Např. v Rakousku má obráběč ve svých kompetencích i svařování, kování atd.

V užším významu se obráběním rozumí technologický proces, kterým se polotovar mění na hotový výrobek požadovaného tvaru, rozměrů a jakosti povrchu odebíráním částic nebo oddělováním částí materiálu mechanickými, elektrickými nebo chemickými pochody či kombinacemi těchto pochodů.

V nejužším významu znamená termín obrábění technologický postup přeměny polotovaru na výrobek, při kterém je dosaženo žádaného tvaru, rozměrů a jakosti povrchu postupným oddělováním přebytečného materiálu ve formě třísek. Toto pojetí termínu obrábění je u nás nejrozšířenější jak u širší veřejnosti, tak i v části odborných kruhů. Tomuto pojetí také odpovídá i vymezení kompetencí našeho oboru obráběč, které zahrnuje pouze kompetence týkající se třískového obrábění.

1.2 Co je třískové obrábění?

Třískové obrábění je vtačování řezného klínu (břitu) do materiálu, za účelem dosažení potřebného tvaru, rozměru a jakosti povrchu.[8] Abychom toho mohli dosáhnout, musí být překonána soudržnost materiálu (oddělení třísky). Dochází zde ke vzniku třísky, jako odpadu.

Posuv může být:

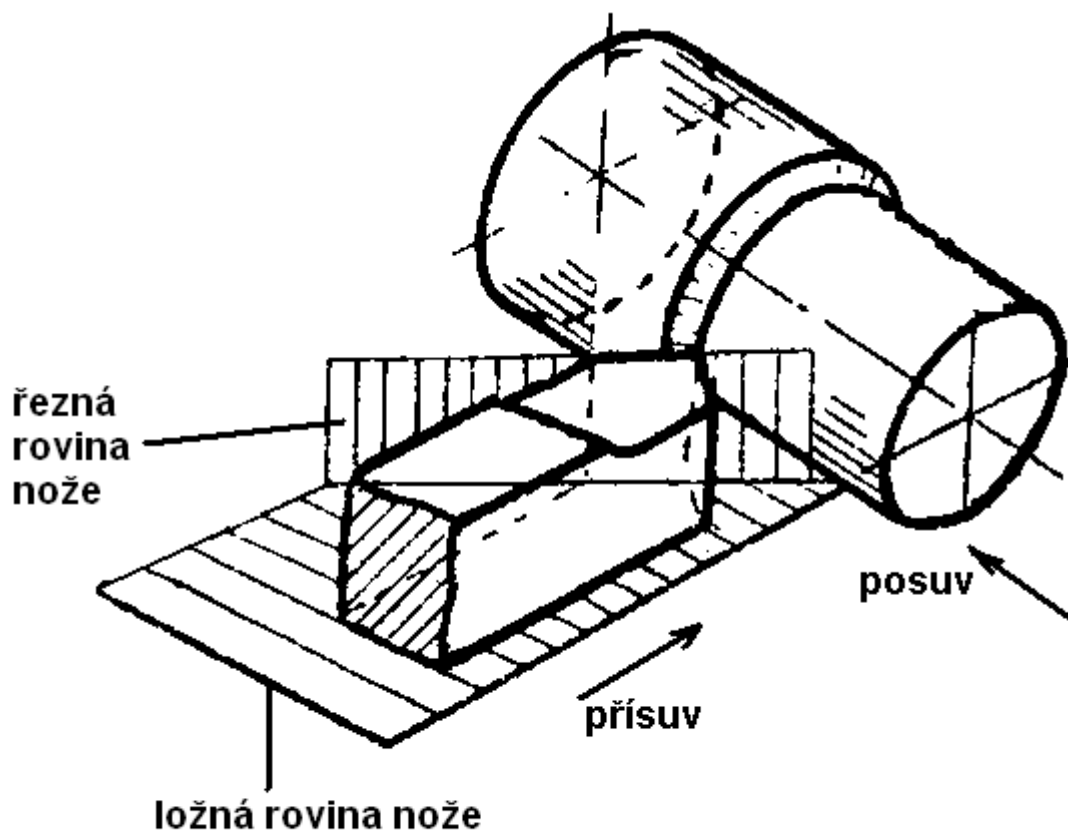
- z hlediska tvaru dráhy nástroje přímočarý nebo křivočarý, nejčastěji otáčivý (kruhový)
- z hlediska časového průběhu
 - plynulý (soustružení, vrtání, frézování ..)
 - přerušovaný (hoblování, obrážení ..)

Přísuv je relativní pohyb mezi nástrojem a obrobkem, který slouží jejich ustavení do pracovní polohy a při kterém není odebírána tříska. Určitá část přísuvu může být zrychlena.

Plochy na obrobku:[1.2.8.12]

Obráběná plocha – je plocha, kterou tvoří původní plocha polotovaru, kterou budeme obrábět.

Obrobená plocha – je plocha vznikající obráběním



Řezná plocha – je většinou dočasná plocha, vzniklá bezprostředně za ostřím nástroje.

2.4 Nástroj

Základní prvky na nástroji vznikající průnikem ploch a hran jsou:[12]

Řezný klín je pracovní (činná) část řezného nástroje

Plochy na nástroji jsou:

Plocha hlavního hřbetu je přikloněna k řezné ploše obrobku

Plocha vedlejšího hřbetu je přikloněna k obrobené ploše obrobku

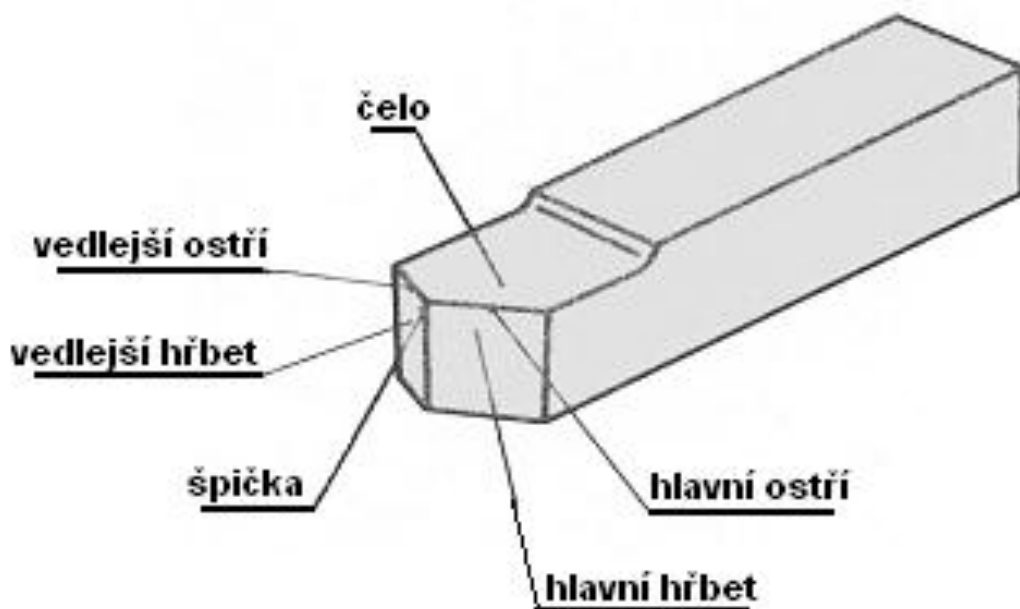
Plocha čela je plocha, po které odchází tříska

Břit, který tvoří bezprostřední okolí ostří a je tvořen plochou čela, plochami hlavního a vedlejšího hřbetu, ostřím a špičkou.

Hlavní ostří tvoří průnik hlavního hřbetu a čela

Vedlejší ostří je průnik vedlejšího hřbetu a čela

Špička nástroje vzniká průnikem hlavního a vedlejšího ostří



2.4.1 Nástroje pro třískové obrábění (soustružení).

Nástroje pro třískové obrábění musí splňovat mnoho důležitých požadavků, a to zejména;

- Tuhost nástroje
- Snadné upínání
- Správné umístění řezné části (řezné destičky v držáku)

a jsou charakterizovány tvarem, rozměry a počtem břitů.

2.4.2 Řezné úhly nástroje.

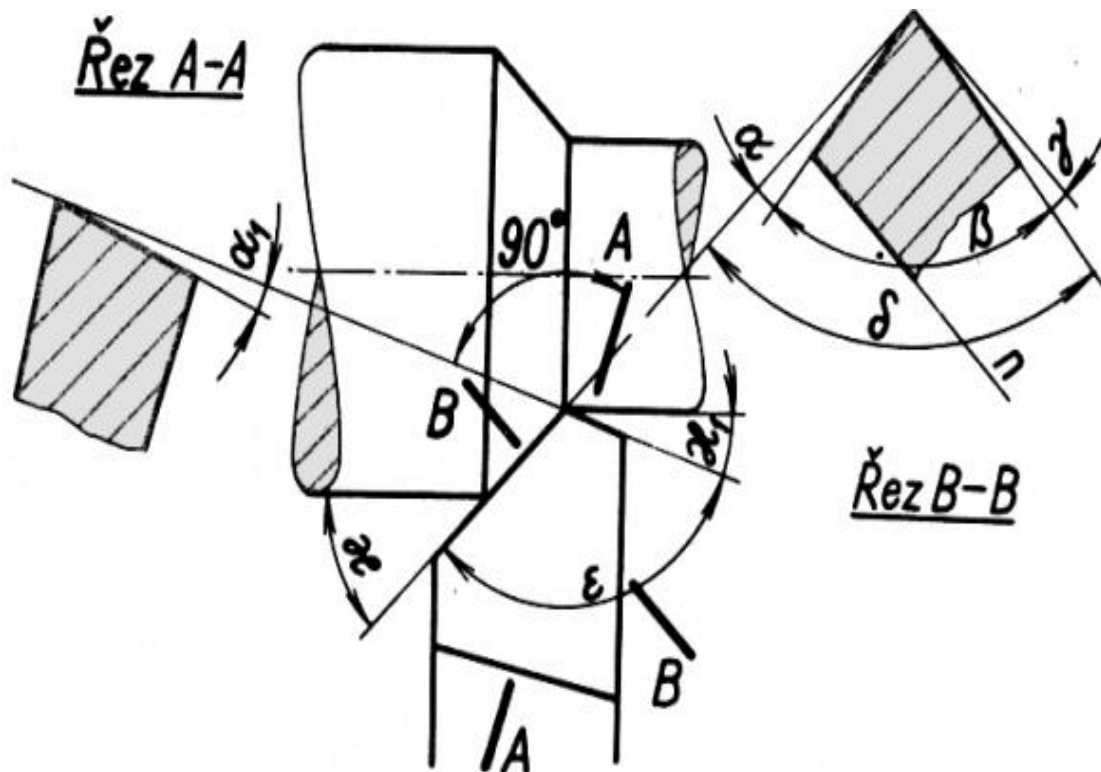
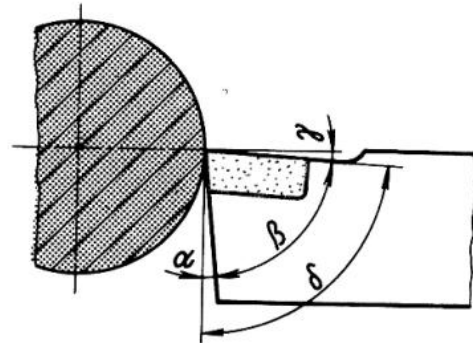
α - úhel hřbetu

β - úhel břitu

γ - úhel čela

δ - úhel řezu

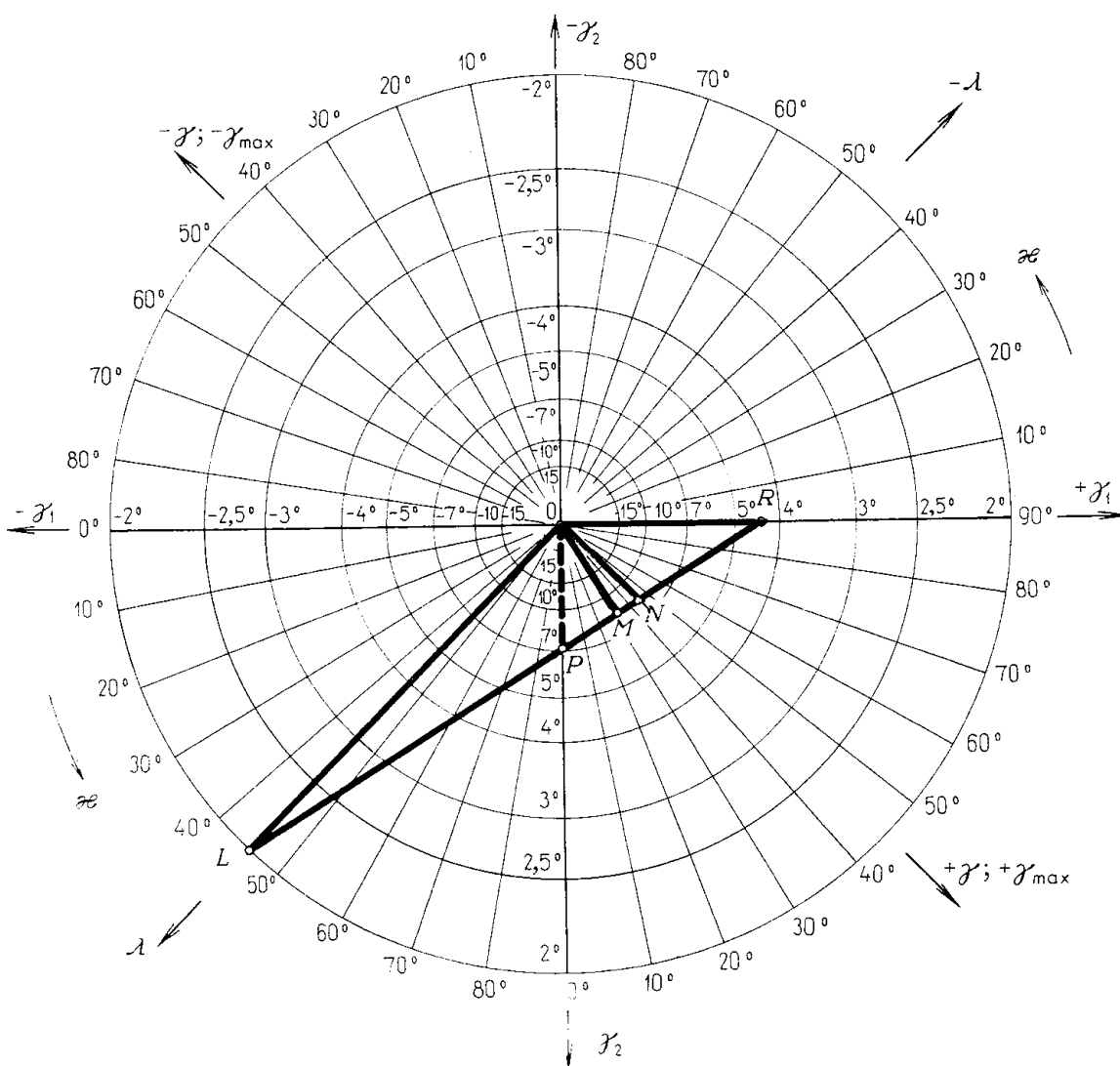
κ - úhel nastavení k ose rotace



Břítový diagram čela

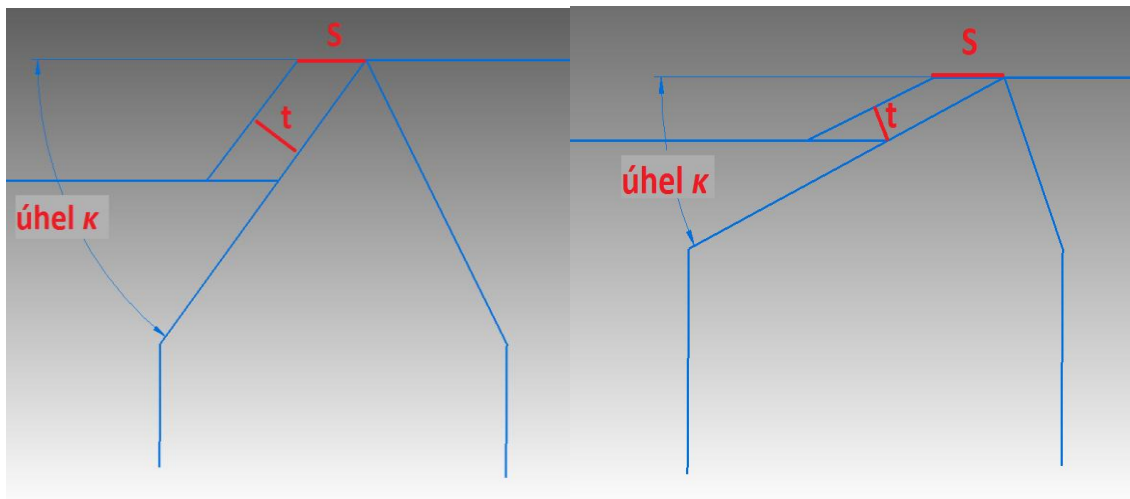
[1.8.10]

Břítový diagram slouží k určení polohy spojnice dvou bodů, odpovídajících dvěma úhlům čela. Poloměry kružnic diagramu odpovídají poměru kotangent úhlů čela. Diagram se obvykle kreslí v měřítku, umožňujícím dobrou srozumitelnost a čitelnost.



2.4.3 Vliv některých parametrů nástroje na řezné podmínky

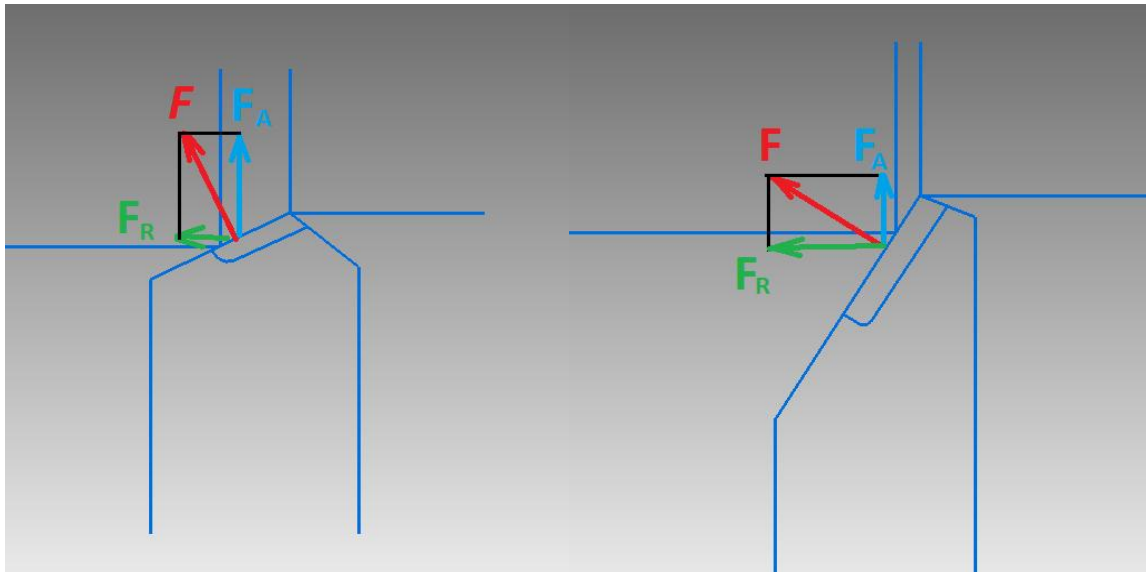
Úhel nastavení hlavního ostří svírá hrana břitu hlavního ostří s osou rotace obrobku. Jeho velikost má vliv na tvar průřezu odebírané třísky. Při shodném posuvu S se mění tloušťka odebírané třísky t .



Když je úhel κ velký, je velká i tloušťka třísky. Tato se při obrábění špatně deformuje, velkými silami opotřebovává nástroj a k přenosu tepla z nástroje do třísky je využita pouze malá plocha.

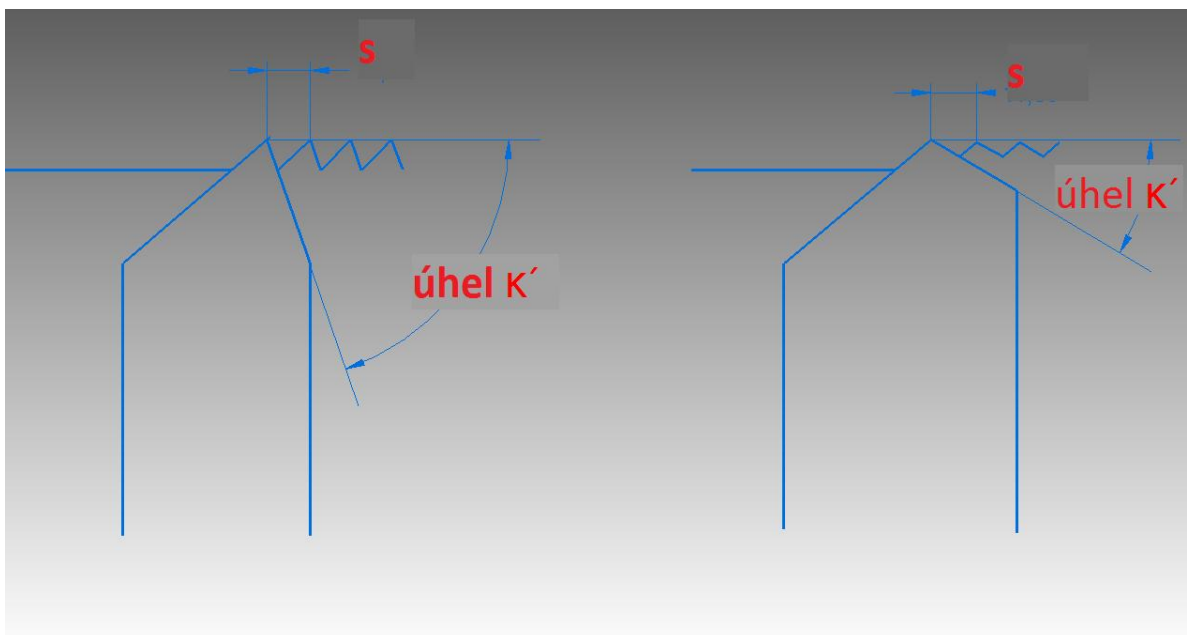
Se zmenšujícím se úhlem κ se zmenšuje i tloušťka třísky a zároveň se zvětšuje její šířka. Tenká třísky se snadno deformuje, snižuje se opotřebení nástroje a vznikající teplo se snáze odvádí od ostří do těla nože. To snižuje teplotní namáhání nástrojového materiálu a zvyšuje životnost nástroje.

Geometrie nástroje s minimálním úhlem κ , se tedy jeví jako optimální. Pokud se ovšem na problematiku zaměříme z pohledu řezných sil, zjistíme, že to není tak jednoznačné.



Rozložíme-li řeznou sílu na radiální a axiální složku, uvědomíme si, že využijeme-li výhod malého úhlu κ , velmi narůstá axiální složka. Ta působí na obrobek. Je-li obrobek málo tuhý, zvětšuje se jeho průhyb, a sklon k vzniku chvění. To má za následek nepřesnosti při obrábění a předčasné opotřebení nástroje.

Z uvedeného vyplývá, že je nutné vždy pečlivě posoudit, jaká metoda je při daném způsobu soustružení vhodnější.



Významný vliv má také úhel nastavení vedlejšího ostří κ' .

Má významný vliv na jakost obrobenej plochy a ovlivňuje velikost tření nástroje o obrobenej plochu. Se zmenšujícím se úhlem κ' se zlepšuje jakost obrobenej plochy i při shodné velikosti posuvu. Ovšem jisté problémy může přinést zvyšující se tření mezi nástrojem a obrobkem.

Zvětšujeme-li úhel κ' , klesá řezný odpor nástroje, ale zároveň se zmenšuje úhel hrotu a tím se zhoršuje odvod tepla od břitu a to může mít za následek zkrácení životnosti nástroje.

3 Základní pohyby při obrábění.

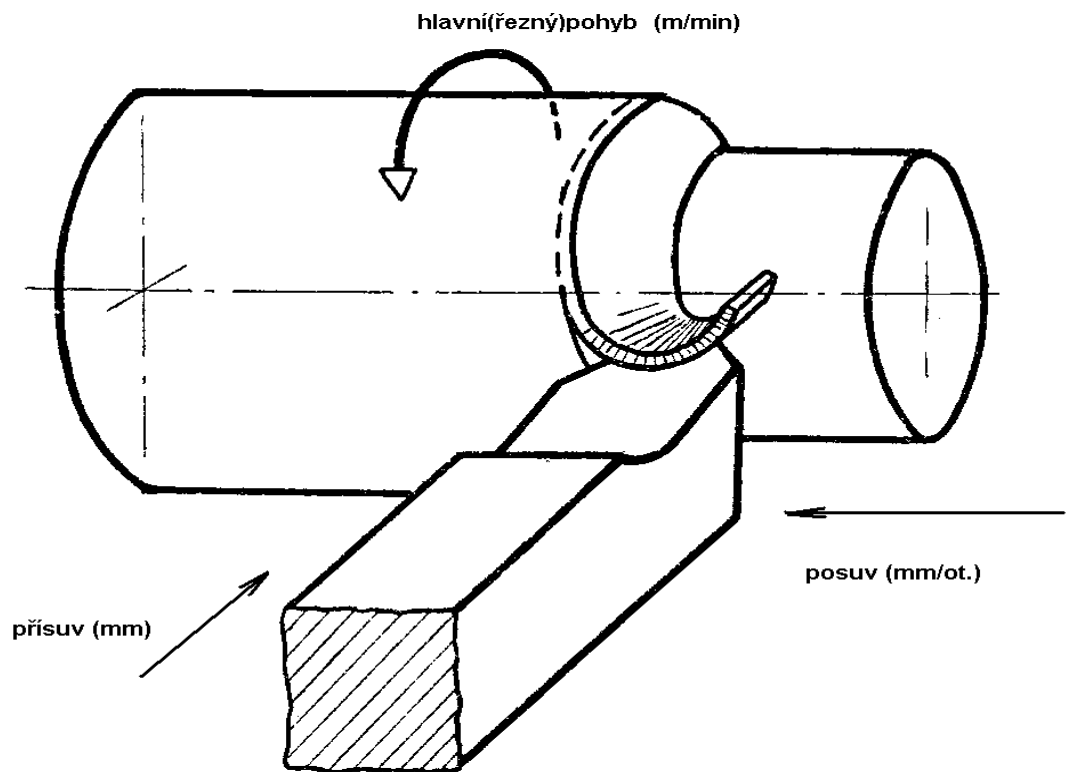
1) [12] Hlavní pohyb je výsledný pohyb nástroje i obrobku (vždy musí být mezi nimi pohyb určitou rychlostí) a spolu s posuvem tvoří řezný pohyb

$$\text{řezná rychlost} = (v_c = \frac{\pi \times D_c \times n}{1000}).$$

2) Posuv – vykonává nástroj nebo obrobek ve směru lišícím se od hlavního pohybu. Velikost posuvu nám ovlivňuje objem třísky.

- Posuv obecný - f_v [mm/min] - posuv stolu
- Posuv na otáčku - f_n [mm./ot.] - $f_v = n \times f_n$ $n = [\text{ot./min.}]$, $f_{ot} = [\text{mm./ot.}]$
- Posuv na zub - f_z [mm/zub] - $f_v = n \times z \times f_z$ $f_v =$ posuv stolu [mm/min.] $n = [\text{ot./min.}]$ $z =$ počet zubů nástroje. $f_z =$ posuv [mm/zub]

3) Přířuv – pohyb nástroje na předepsanou hloubku řezu.



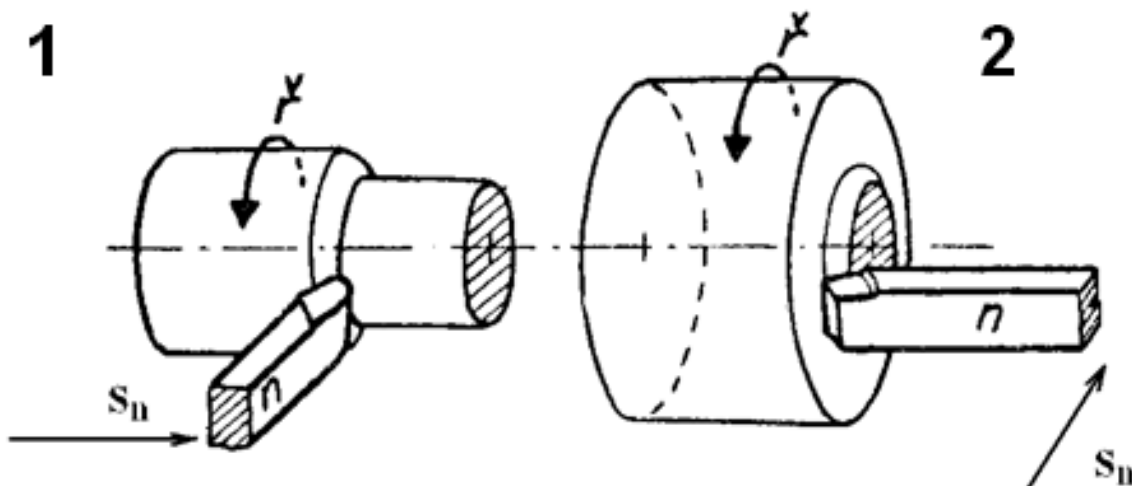
4 Soustružení.

Soustružení je třískové obrábění předmětu s jedinou osou symetrie (osou rotace). Obrobek rotuje, nástroj se posouvá do řezu (posuv a přísv).

4.1 Způsoby soustružení

1- Podélné (axiální) soustružení, je obrábění povrchu, nebo díry. Pohyb posuvu s_n , je rovnoběžný s osou rotace.

2- Příčné (radiální) soustružení, je obrábění čelních ploch, směr posuvu s_n , je kolmý na osu obrobku. Obrábí se čela obrobku, nebo hrany odlitků. Vzhledem k měnícímu se průměru obrábění se mění řezná rychlost.



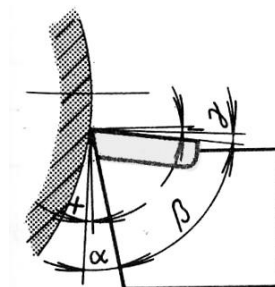
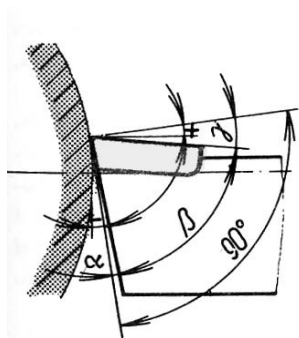
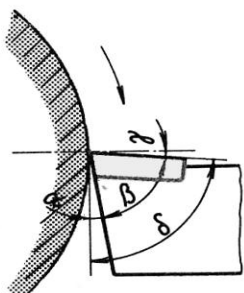
4.2 Postavení nože k ose rotace.

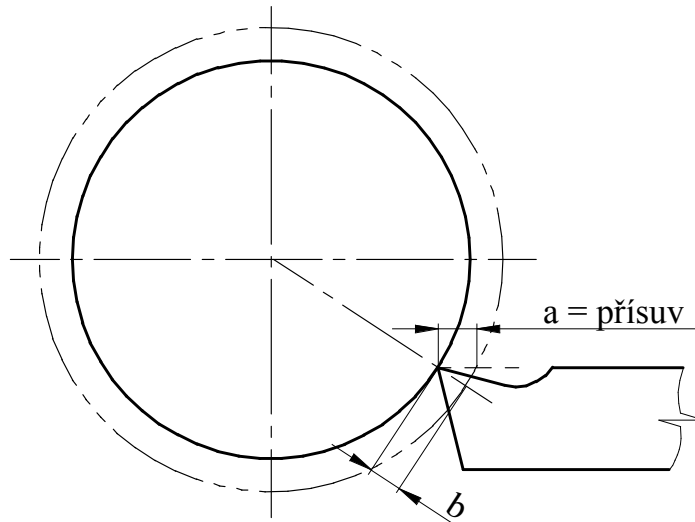
Znamenná změna řezných úhlů.

v ose

nad osou (+)

pod osou (-)

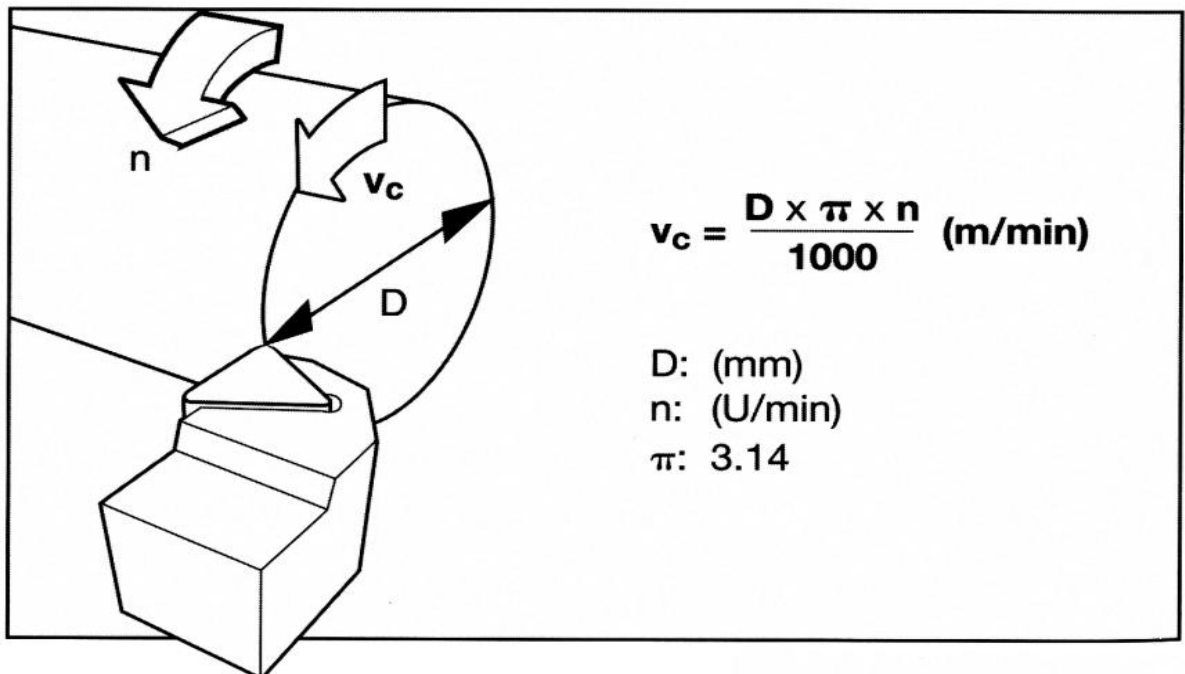




Při jiném nastavení nástroje než do osy rotace také nebude souhlasit změna rozměru obrobku s hodnotou natočení stupnice posuvového šroubu. (odměření přísuvu).

Rozměr b je menší než rozměr přísuvu (a).

4.3 Řezná rychlost obecně.



Značíme V_c

Je to vzdálenost, kterou urazí bod styku nástroje s obrobkem, za určitou časovou jednotku. (m/min) Řeznou rychlost můžeme také definovat jako obvodovou rychlost obrobku v místě řezu.

[8,10,11]

U rotačních strojů platí tento vzorec pro výpočet řezné rychlosti: (Moderní stroje mají konstantní řeznou rychlost)

$$\text{Otáčky pro obráběný průměr } D \text{ pak vypočítáme podle odvozeného vzorce: } n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D}$$

4.4 Řezné podmínky (trvanlivost břitu v řezu).

Řezné podmínky jsou dány:

- Obrobitelností materiálu (materiálové listy)
- Řeznou rychlostí nástroje (výrobce nástroje)
- Tuhostí řezné soustavy – stroje (kmitání nástroje, nebo obrobku)
- Velikostí posuvu
- Hloubkou záběru

Základní trvanlivost břitu nástroje v řezu je doba, po kterou nástroj řeže hospodárně na jedno nabroušení, nebo na jednu výměnu destičky. U CNC strojů je od 15min. do 60 min, podle složitosti nástroje.[2,3,11]

Velikosti posuvů a hloubka řezu.

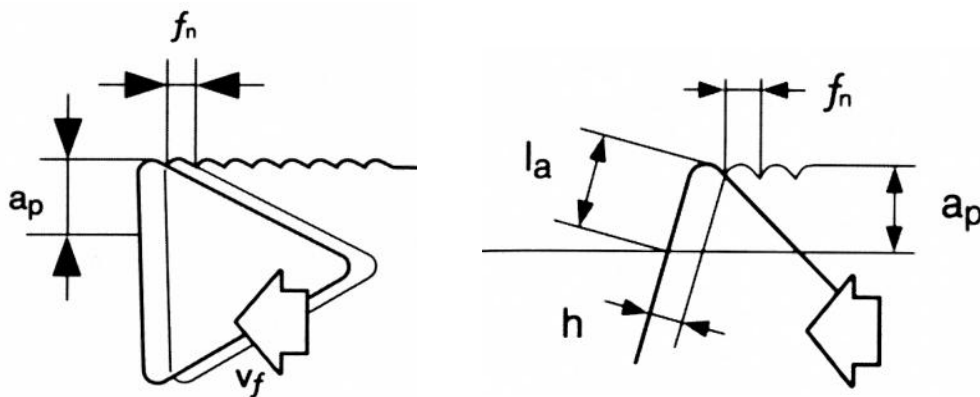
a_p – hloubka řezu

f_n – posuv na otáčku

v_f – rychlost posuvu obecná

l_a – šířka třísky

h – tloušťka třísky



Velikost posuvu na otáčku a tvar řezné části nástroje (poloměr špičky) ovlivňují kvalitu obráběné plochy (střední drsnost plochy).

Trvanlivost břítu

Trvanlivost břítu je rozhodujícím způsobem ovlivňována schopností břítu udržovat požadované hodnoty v definovaných mezích, kterými jsou:

- stav obrobeného povrchu
- přesnost rozměrů
- kontrola odchodu třísky

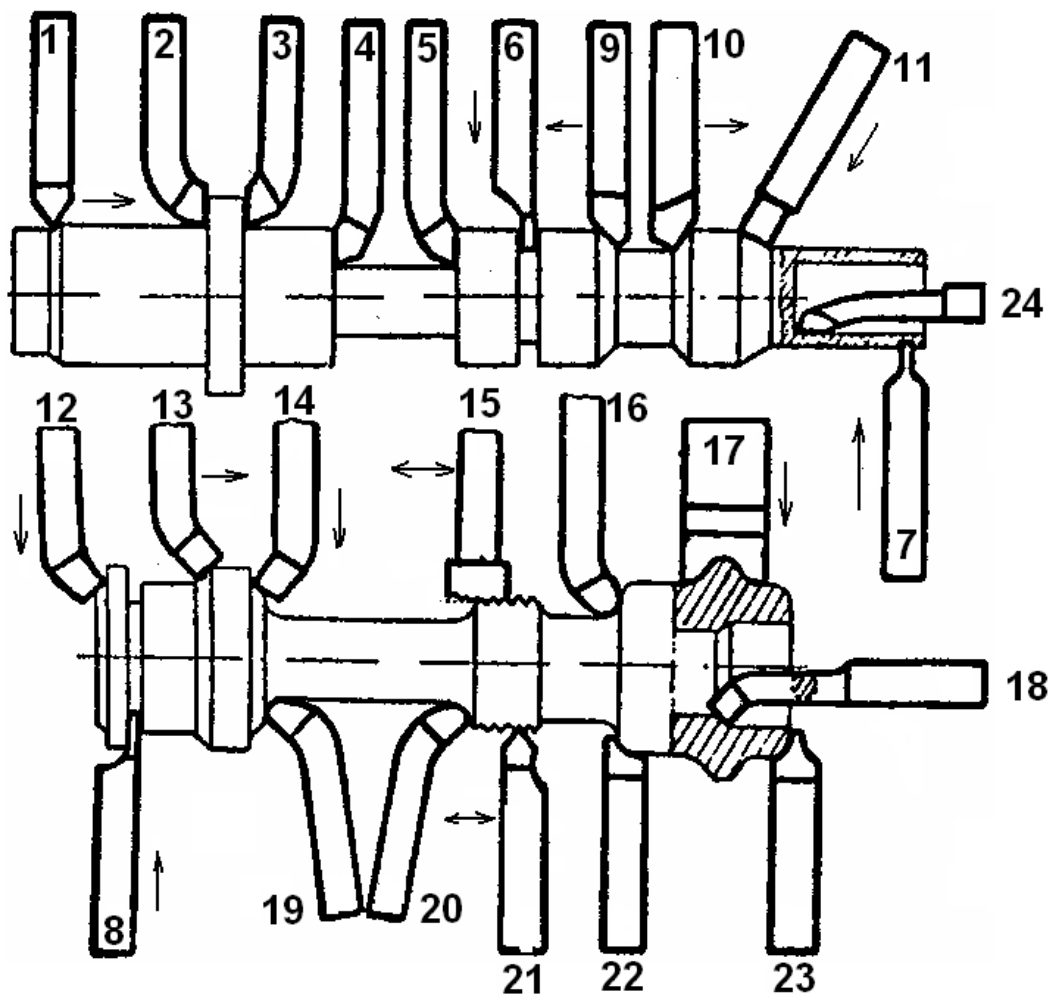
Spolehlivost je stále důležitějším faktorem. Důležité je, kde a jak má být vyměnitelná břitová destička použita. Trvanlivost břítu je jedním z nejdůležitějších faktorů pro určování úrovně produktivity dané operace obrábění a použitelnosti nástroje. Systematické měření opotřebení a kontrola jeho průběhu jsou důležitými kroky k optimalizaci.

Trvanlivost břítu nástroje je doba, po kterou pracuje nástroj od počátku obrábění do opotřebení břítu. Trvanlivost se počítá v minutách (dříve cca 15 min).

Jedná se o dobu použitelnosti, při níž jeden břit obrábí a v mezích stanovených parametry jakosti uděluje obrobku požadovaný tvar a rozměry.

Metody zkoumání opotřebení destiček se mohou lišit, ale vždy jde o vizuální kontrolu pod lupou, nebo pod mikroskopem.

Názvosloví soustružnických nožů, podle jejich tvaru a použití[1.2.3.8]



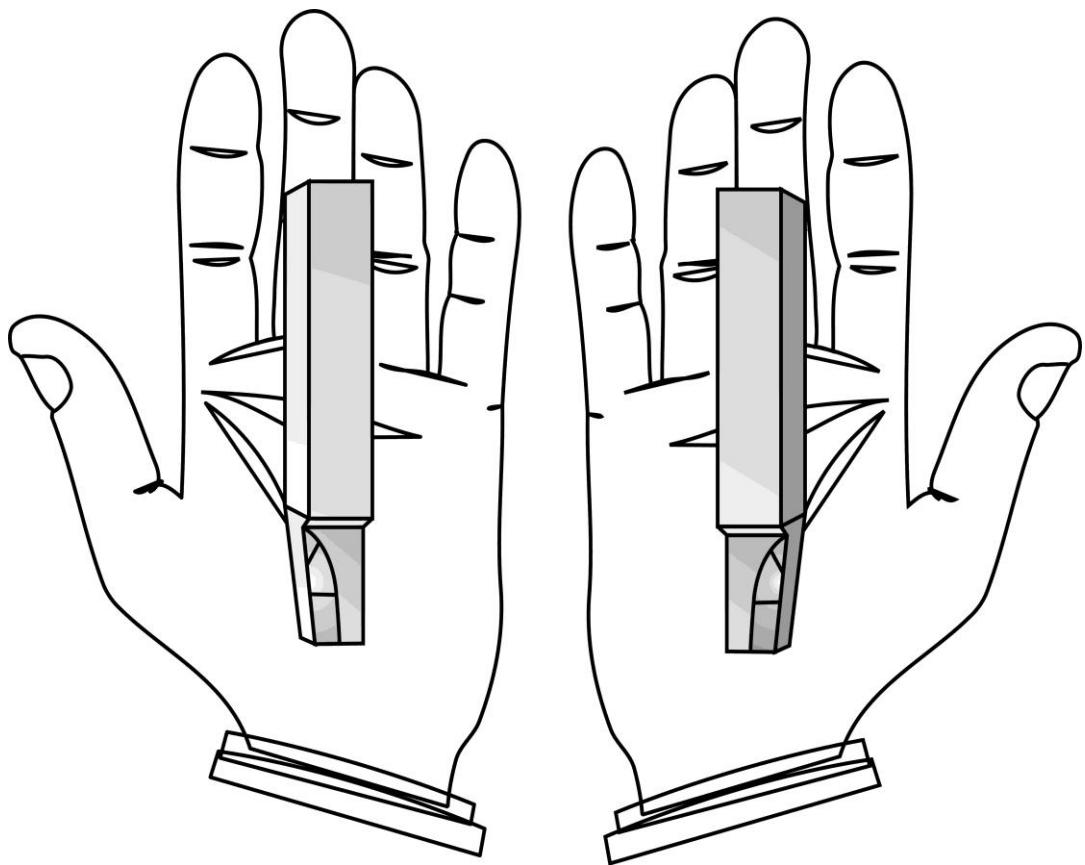
- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1-hladící nůž | 14- ubírací nůž ohnutý levý |
| 2-rohový nůž hladící pravý | 15- závitový nůž hřebínkový |
| 3- rohový nůž hladící levý | 16- rádiusový nůž pravý |
| 4- ubírací nůž stranový levý | 17- tvarový nůž |
| 5- ubírací nůž stranový pravý | 18- vnitřní ubírací nůž |
| 6- zapichovací nůž pravý | 19- rohový nůž rádiusový pravý |
| 7- upichovací nůž oboustranně osazený | 20- rohový nůž rádiusový levý |
| 8- zapichovací nůž levý | 21- závitový nůž přímý |
| 9- ubírací nůž přímý | 22- rádiusový nůž vydutý levý |
| 10- ubírací nůž přímý | 23- rádiusový nůž vydutý oboustranný |
| 11- nabírací nůž | 24- vnitřní rohový nůž |
| 12,13- ubírací nůž ohnutý pravý | |

Uvedené nástroje nejsou zdaleka všechny. Byly nezbytné pro použití na univerzálních hrotových soustruzích. U současných moderních strojů schopných posouvat nástroj plynule v obou osách současně se sortiment nástrojů značně zredukoval. Nepoužívají se například nástroje tvarové.

Značně se ale rozšířil sortiment nástrojových materiálů a tvarů deformátorů třísek. Moderní nástroje jsou úzce specializované z hlediska vhodnosti obrábění jednotlivých materiálů obrobků.

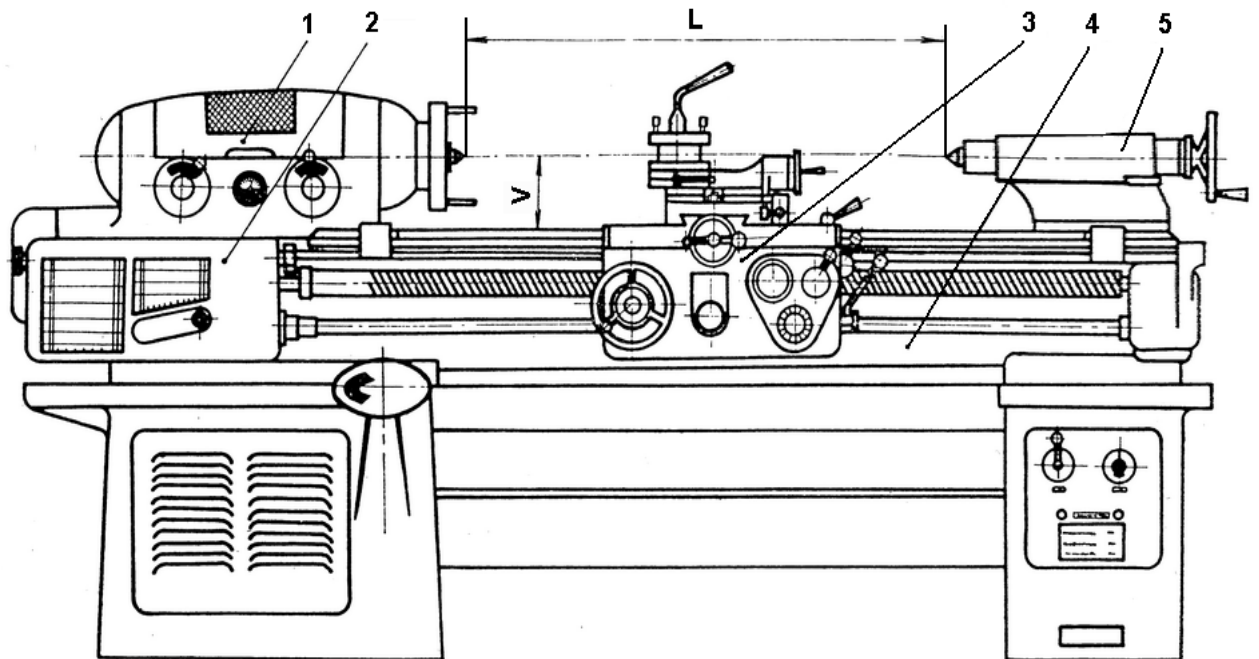
4.5 Určení nástroje podle směru obrábění.

[12] Položíme-li nůž do pravé ruky čelem nahoru a k sobě, pak hlavní břit u pravého nože směřuje na pravou stranu. U levého nože pak hlavní břit směřuje na stranu levou. U zapichovacího nože vnějšího pak může být osazení pravé, levé, nebo oboustranné.



4.6 Hlavní části univerzálního hrotového soustruhu.

[8]



1-vřeteník, 2-posuvové ústrojí, 3-suport, 4-lože, 5-koník, L-maximální vzdálenost hrotů (točná délka), V- výška hrolů nad ložem (točný průměr)

Upínání obrobků do univerzálního hrotového soustruhu.

Při tvorbě výrobního postupu je nutné bedlivě dbát, aby byl obrobek zhotoven s co nejmenším počtem upnutí. Při každém znovuupnutí obrobku je velký problém dodržet souosost jednotlivých obrobekých ploch zhotovených při prvním upnutí a ploch osoustružených při upnutí druhém.

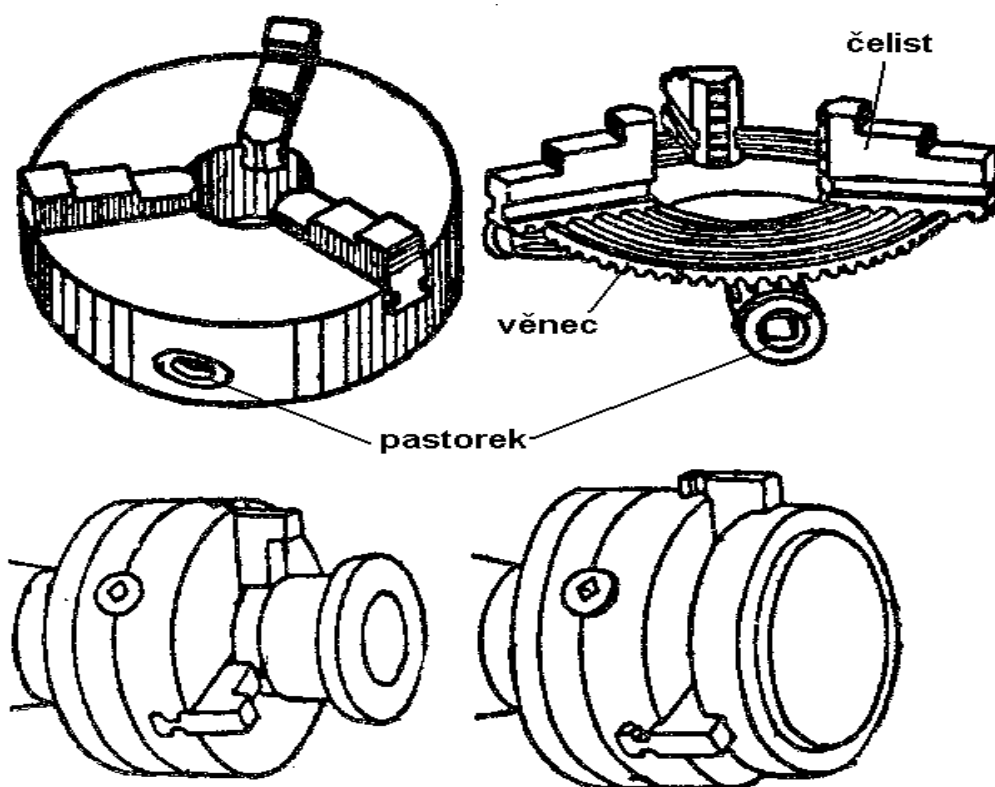
Nemenší důležitost má bezpečnost práce při soustružení. Vždy si musíme uvědomovat, že se obrobek otáčí často velmi rychle. S tím souvisí dynamické namáhání obrobku a jeho sklon k pružným i trvalým deformacím. Rozkmitání obrobku během obrábění je velmi nebezpečné. Abychom zabránili vzniku nebezpečných situací při soustružení, musíme používat speciální způsoby upínání obrobků a používat upínací přípravky určené k bezpečnému upnutí všech tvarů obrobků.

4.7 Způsoby upnutí.

[1,2,3,8,10,11]

V této kapitole popisují nejčastěji používané způsoby upínání obrobků při soustružení.

4.7.1 Do univerzálního sklíčidla.



a,) za povrch do normálních čelistí

b,) za povrch do obrácených čelistí

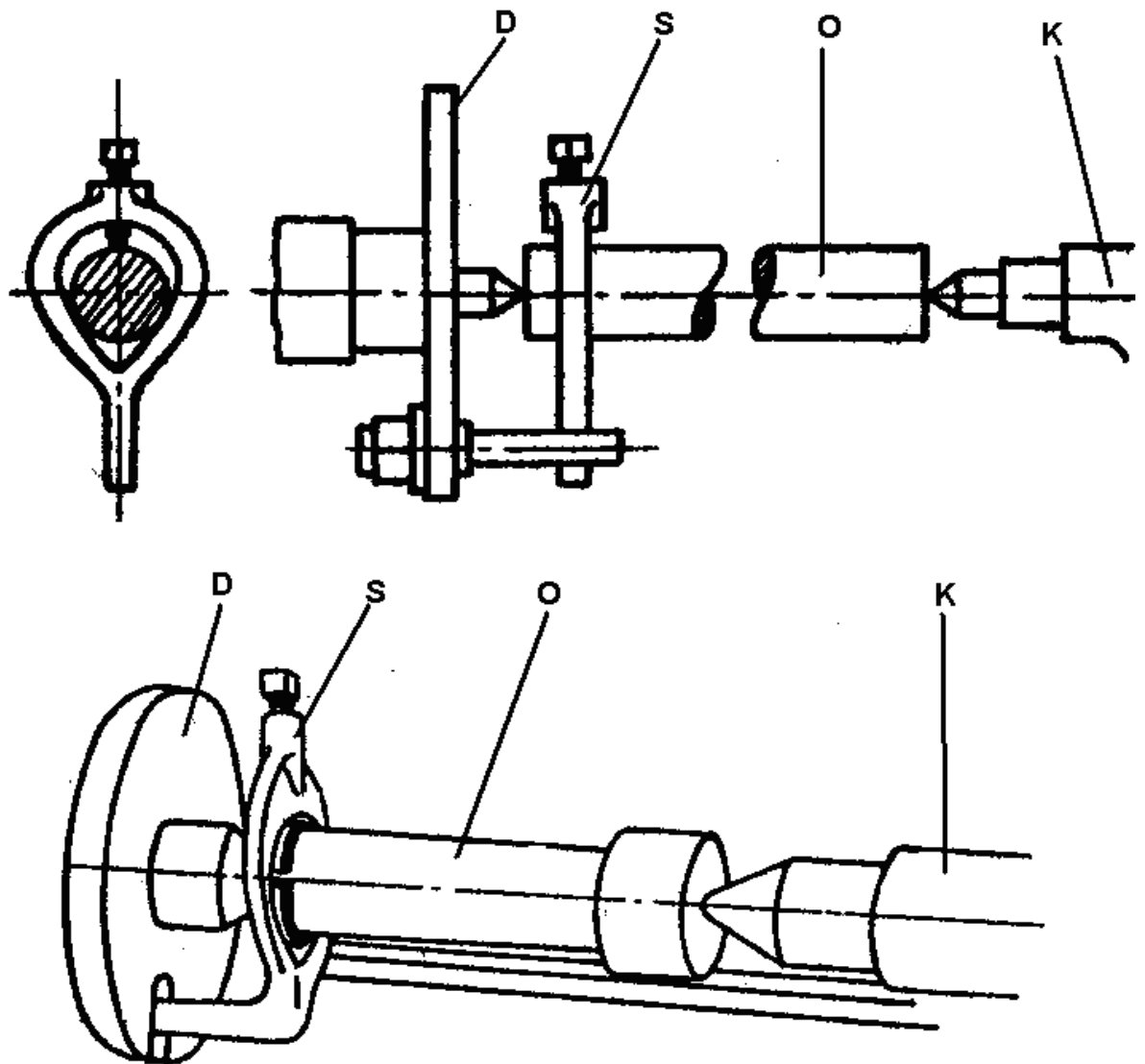
c,) za díru do normálních čelistí

d,) za díru do obrácených čelistí

Při obrábění dlouhých obrobků pak lze podepřít obrobek lunetami, nebo opěrnými hroty.

Tento způsob upínání je nejpoužívanější. Pokud je obrobek upnutý v celé délce normálních čelistí, postupujeme podle nepsaného pravidla: Když je délka vysunutí obrobku z čelistí třikrát větší, než průměr obrobku, musíme obrobek podepřít. (Hrozí jeho ohnutí, nebo nebezpečné chvění.)

4.7.2 Mezi hroty.



D-unášecí deska

S-unášecí deska

O-obrobek

K-koník

Výhody:

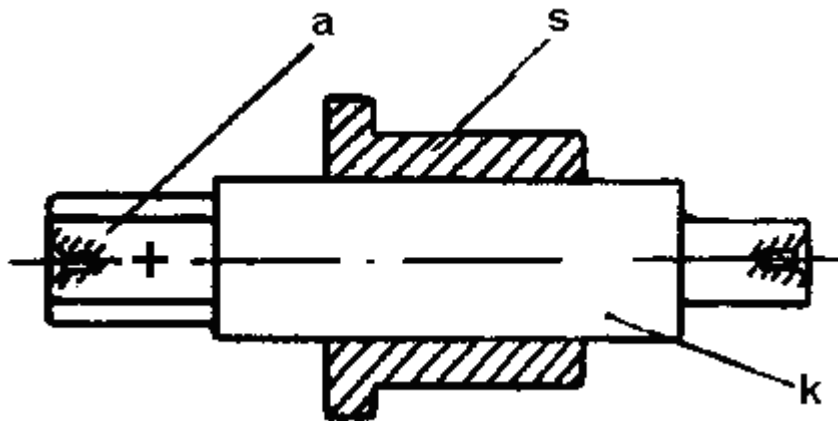
Upnutí je jednoduché a při znovuupnutí je vysoká přesnost sousosti.

Nevýhody:

Nebezpečí zachycení obsluhy unášecím srdcem, při obrábění delších kusů se obrobek chvěje. Nelze obrábět otvory.

4.7.3 Upínání na trny a do kleštín.

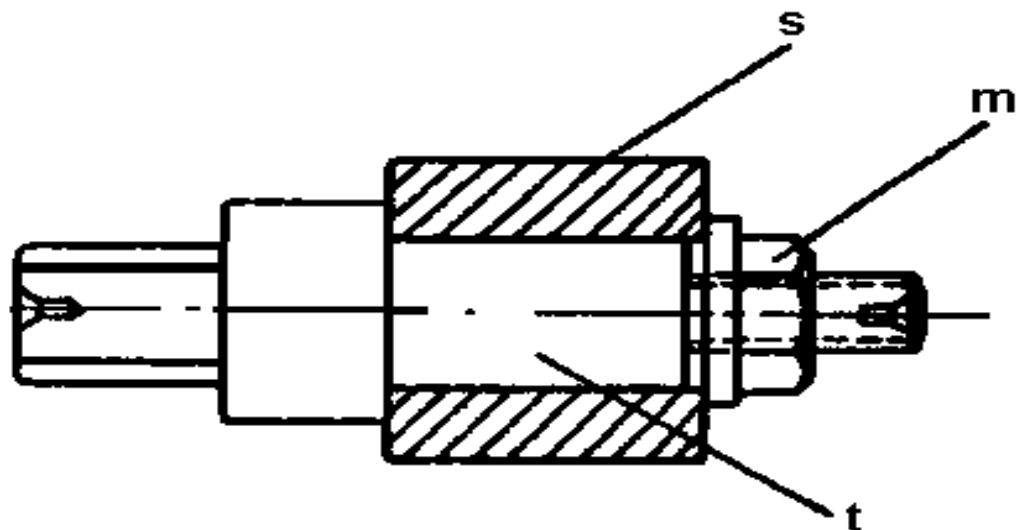
4.7.3.1 Pevný kuželový trn.



a -ploška pro unášecí srdce; s -obrobek; k -kuželová upínací část trnu

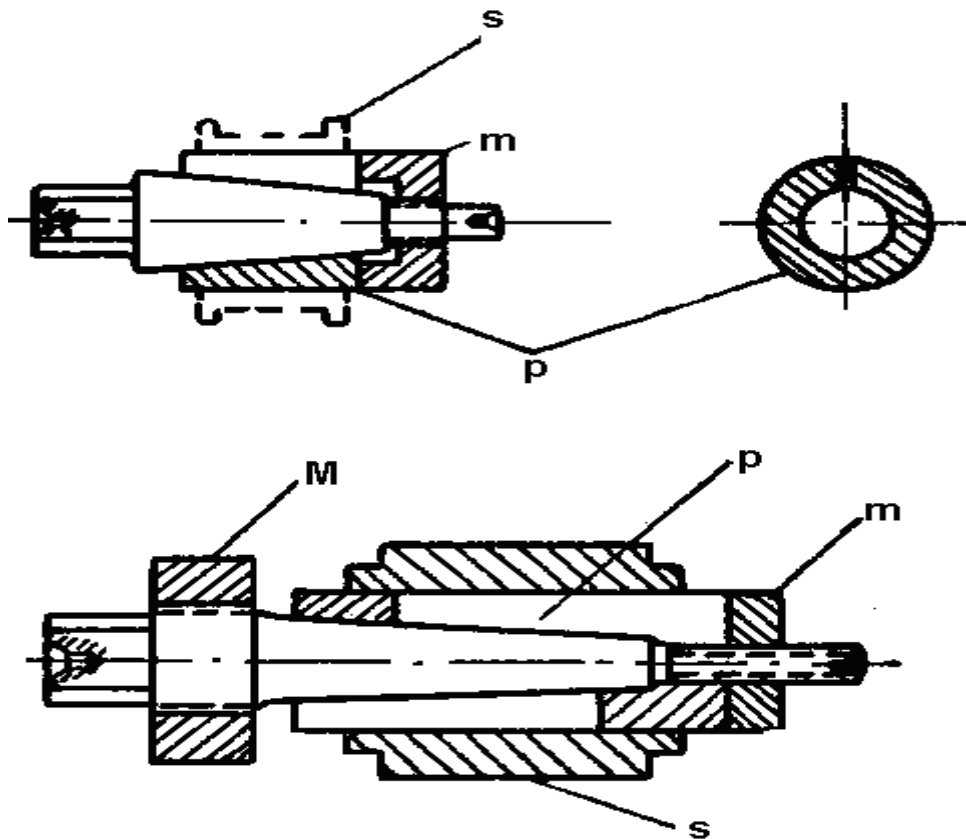
Obrobek má předem připravenou přesnou díru a je nalisován na kuželové části trnu. Obrobek se pak soustruží mezi hroty. Je to vhodné upnutí například při soustružení řemenic. Je ovšem nutné dávat pozor na přehřátí obrobku, kdy může, vlivem teplotní roztažnosti, dojít k uvolnění obrobku z trnu.

4.7.3.2 Válcový trn.



t-trn; s – obrobek; m- upínací matice. Soustružení je stejné, jako u předchozího případu.

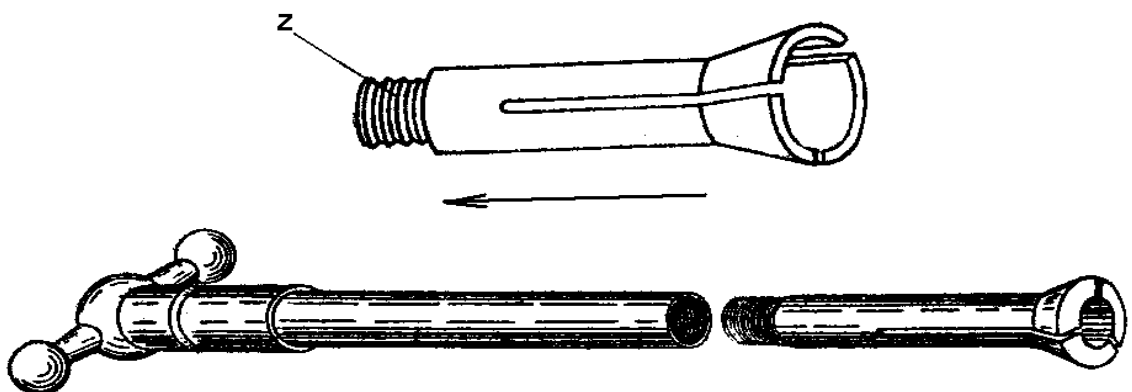
4.7.3.3 Rozpínací trn.



s-součást; p -rozpínací pouzdro; m- upínací matice; M- matice stahováku..

4.7.3.4 Kleština.

Kleštiny upínají obrobek za přesně obroběný povrch obdobným principem jako rozpínací trny.



Upínací kleština se tahem ve směru šipky za závit z, vtahuje do kuželového otvoru a tím se svírá.

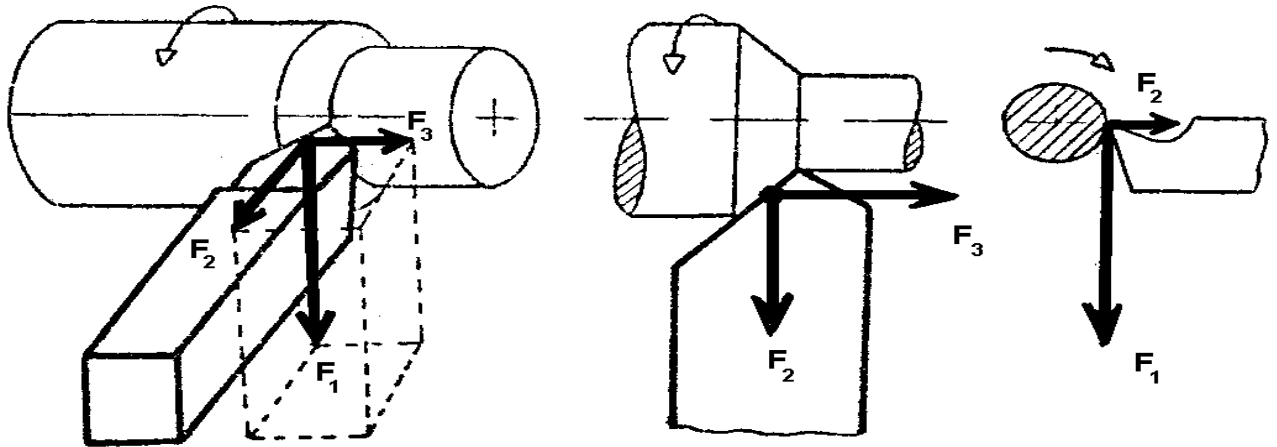
Další druhy upnutí řadíme do skupiny speciálních druhů upnutí. Jsou to hlavně jednorázové upínací přípravky.

5 Síly působící na břit soustružnického nože.

F_1 - řezná síla

F_2 - síla proti přísmvu

F_3 - síla proti posuvu



[12]Působením těchto sil vznikají problémy s přesností obrobení, jakostí povrchu a opotřebením nástrojů. Otupením nástroje síly rostou a problémy narůstají. Zvláště při podélném soustružení dlouhých obrobků.[7.8]

6 Vybrané operace soustružení.

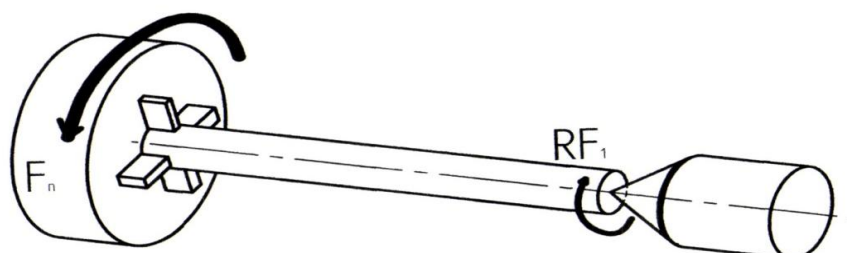
6.1 Podélné soustružení dlouhých obrobků.

Použití pevné lunety.

I při podepření obrobku opěrným hrotem může docházet k nežádoucím vibracím. Mohou to být například tyto případy:

6.1.1 Torzní chvění.

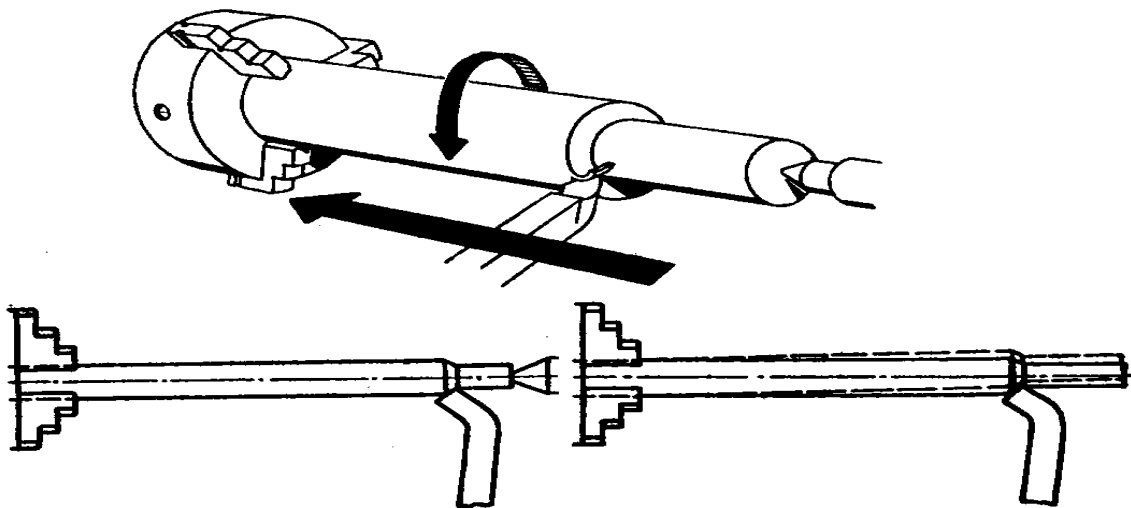
Dochází k němu vlivem reakcí řezné síly RF_1 ; a síly otáčejícího se vřetene F_n , vlivem kterých



vzniká kroutící moment. Materiál se nakrucuje a síla roste. Zvýšenou silou se materiál obrobku oddělí a síla pomine. Nakroucený materiál se vlivem své pružnosti vrátí do původní polohy a síla znovu roste. Vše se opakuje ve velmi krátkých časových úsecích. Dochází k velmi nebezpečné vlnové vibraci, protože křehčí materiál může prasknout a vymrštít se ze stroje ven.

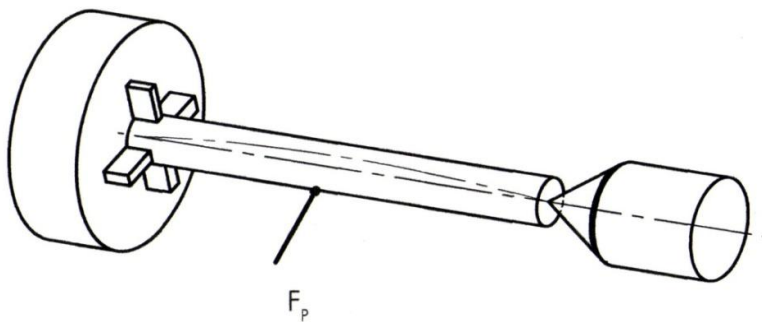
Tento jev lze odstranit:

- Snížením řezné síly F_1
- Změnou geometrie nástroje
- Zmenšením posuvu a hloubky záběru.



6.1.2 Radiální chvění.

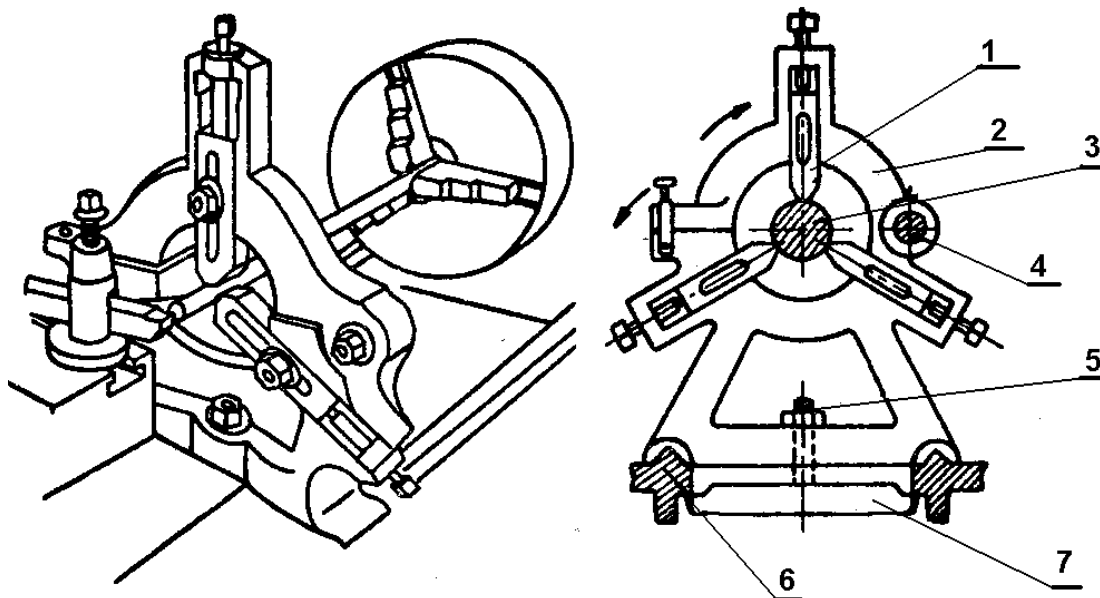
K této vibraci dochází vlivem síly přísluvu F_p . Materiál se prohýbá ve své ose a dochází k soudkovité deformaci obrobku.



Pro potlačení tohoto jevu se používá přídavného zařízení nazývaného **Luneta**.

6.1.3 Pevná luneta

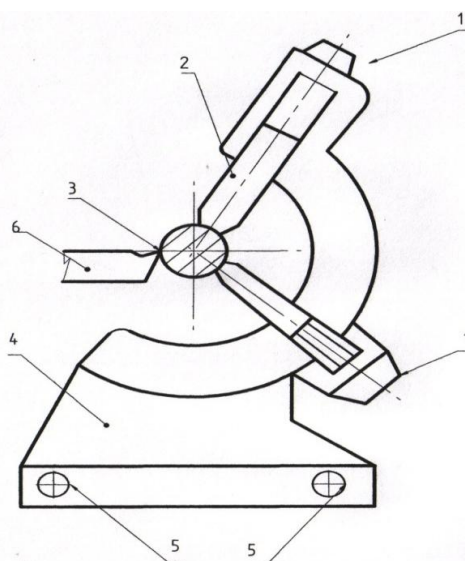
Tato luneta se během soustružení osově nepohybuje, upevní se na lože stroje.



1- čelisti; 2 – odklopné víko; 3- obrobek 4 – otočný čep víka; 5 – upínací šroub lunety k loži,
6 – lože; 7 – třmen lunety.

6.1.4 Pohyblivá luneta

1 - seřizovací šrouby čelistí; 2 - čelisti; 3 – obrobek; 4 – rám lunety; 5 – upínací otvory;
6 – nástroj.

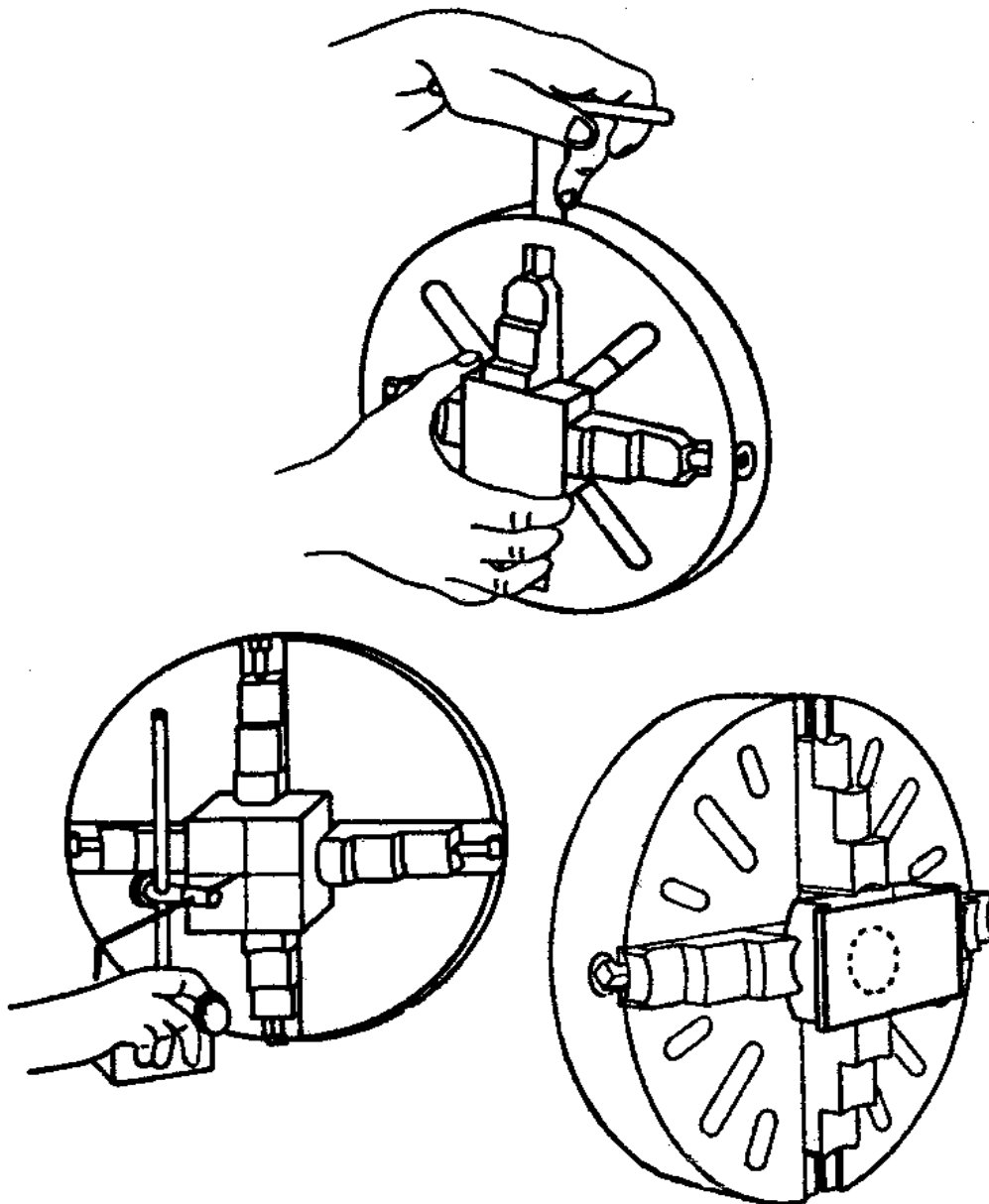


Pohyblivá luneta se šrouby upevní k suportu. Pohybuje se s ním, čímž podpírá obrobek v místě řezu. Třetí podpěrný bod tvoří nástroj.

Upnutí na lící upínací desku.

U lící upínací desky se ovládá každá čelist zvlášť a tak lze upínat nesymetrické součásti.

Nevýhodou však je, že každému upnutí předchází zdlouhavé a obtížné středění (centrování).



Proto se lící desky používá pouze pro kusovou výrobu. V sériové výrobě se pak nahrazuje toto upínací zařízení speciálními upínacími přípravky.

6.2 Navrtávání, vrtání a vyvrtávání otvorů.

Navrtávání je vrtání středících důlků. Používá se k výrobě středícího důlku, sloužícího k navedení vrtáku o větším průměru, nebo k zasunutí opěrného hrotu při soustružení dlouhých dílců.

Vrtání je vrtání otvorů do plného materiálu.

Vyvrtávání je kalibrování (geometrické a rozměrové zpřesnění), již předvrtaných otvorů.

6.2.1 Vrtání otvorů.

6.2.1.1 Druhy vrtáků a jejich rozdělení:

Vrtáky můžeme dělit podle těchto hledisek:

[12]Podle konstrukce.

- vrtáky šroubovité
- vrtáky ploché (kopinaté)
- vrtáky jednobřité, pro vrtání hlubokých děr. (dělové)
- vrtáky speciální, (vrtáky s vnitřním odvodem třísky, trepanační „jádrové“ vrtáky, vykružovací vrtáky atd.)
-

Podle způsobu upnutí.

- s válcovou stopkou
- s kuželovou stopkou
- speciální

Podle materiálu, ze kterého jsou zhotoveny.

- rychlořezné
- tvrdokovové (Widiové)
- speciální (měděné na sklo, vyjiskřovací atd.)

•
Podle způsobu naostření. [6.7]



Naostření



Korekce hlavního ostří



Levotočivý vrták



Křížové podbroušení



Nabroušení pro šedou litinu



Středící špička pro plasty, plech



Středící špička pro dřevo



Kopinatý vrták



Stupňovitý vrták



Fréza



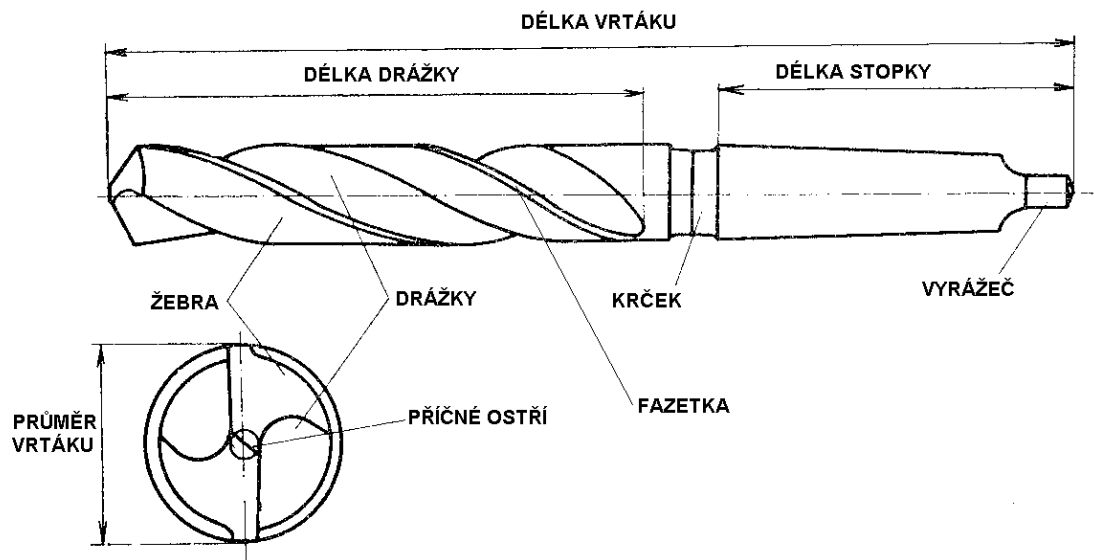
Vidiový vrták

6.2.1.2 Nástroje pro vrtání středně hlubokých děr do 1:6D

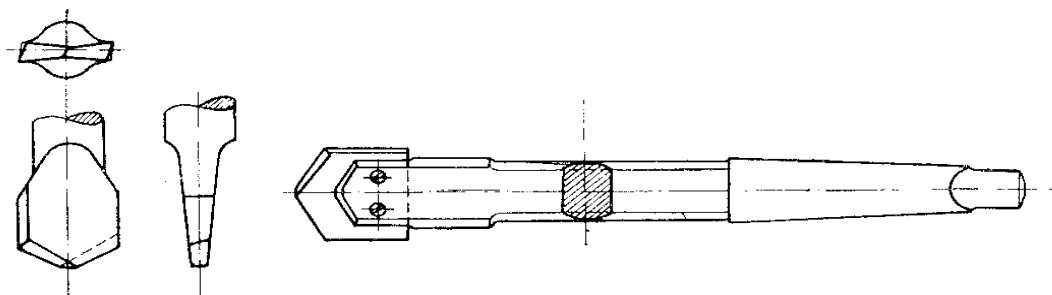
Vrták šroubovitý s kuželovou stopkou.

Tyto vrtáky se upínají přímo do kuželových dutin strojů přes Morsekuželové redukční vložky.

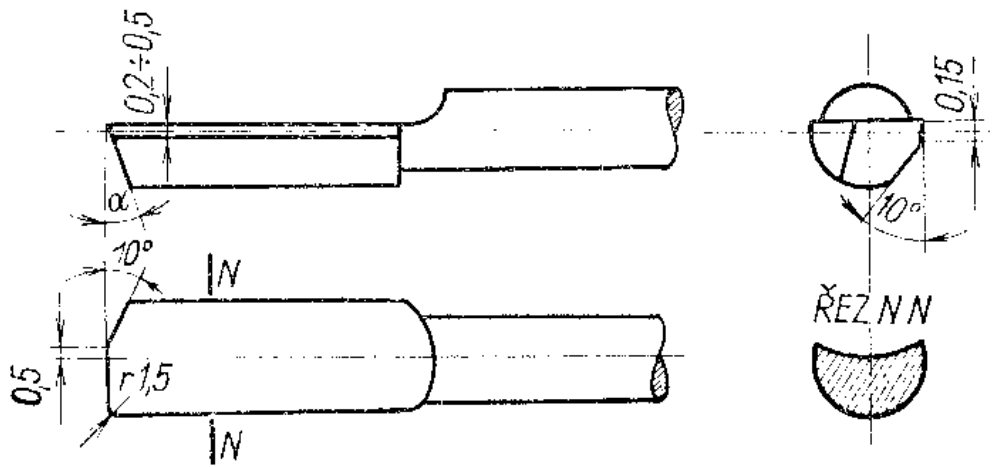
Vrtáky s válcovou stopkou se vyrábějí pouze do menších průměrů a upínají se do sklíčidel.[4]



Nástroje pro vrtání hlubokých otvorů 1:100D.



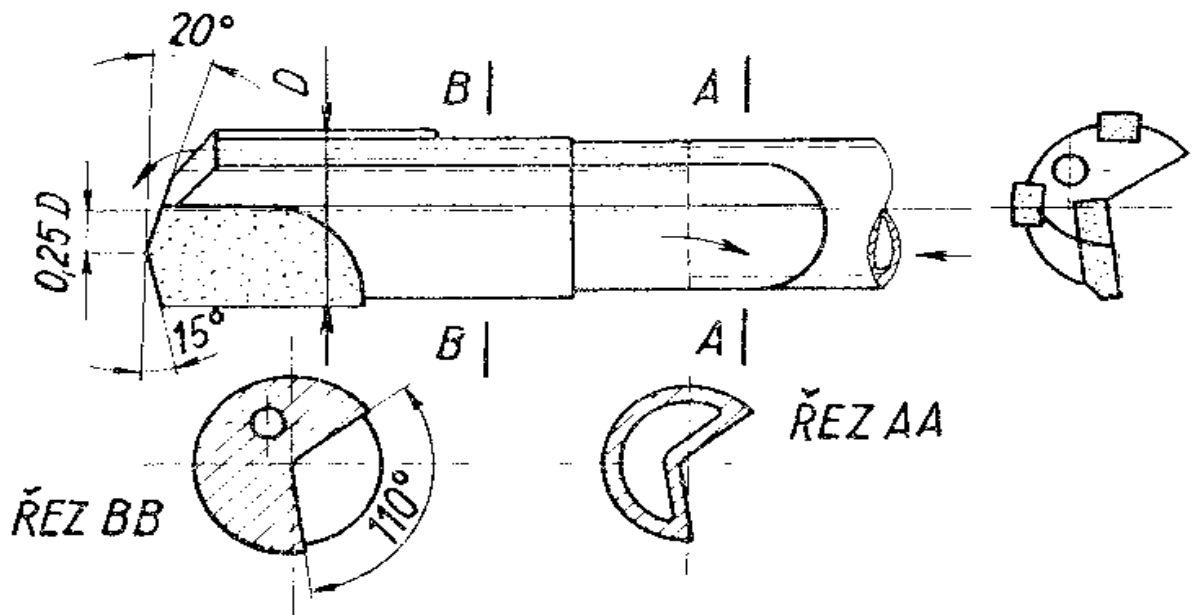
Jednobřité vrtáky (dělové) [6.7]



6.2.1.3 Vrtáky s vnitřním odvodem třísky

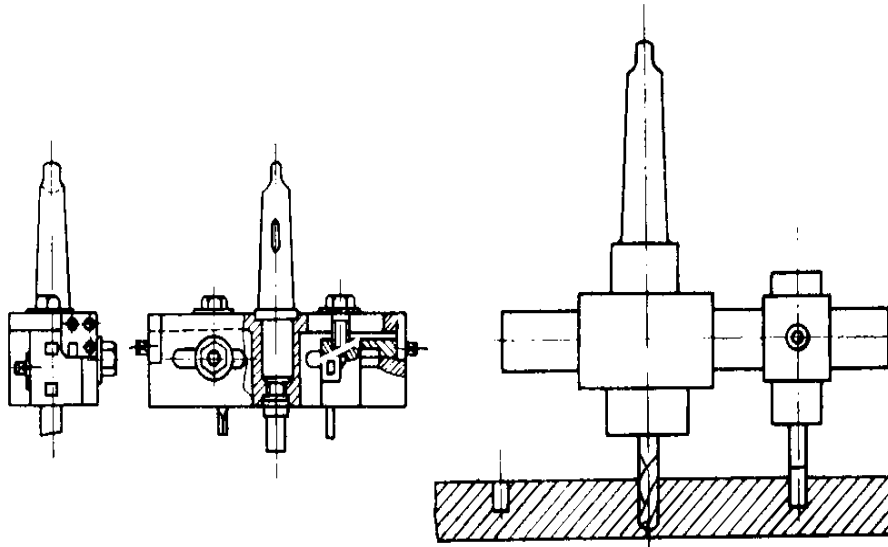
Ke speciálním vrtákům řadíme ještě vrtáky trepanační, (na jádro)“

Tyto vrtáky jsou určeny pro vrtání otvorů s velkými průměry od $\text{Ø}35$ mm.



6.2.1.4 Vypichování otvorů.

Tento způsob výroby otvorů se provádí při děrování tenkých materiálů. Jednak pomocí vypichovacích nástrojů a jednak pomocí noží.



Princip vypichování otvoru pomocí vypichovacího nástroje.[2,3]

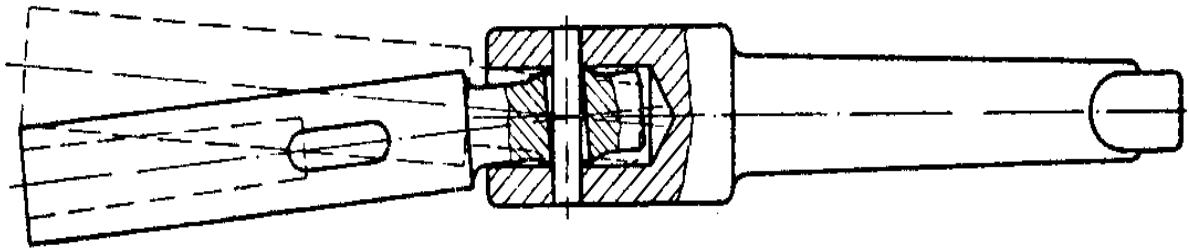
6.2.2 Vyvrtávání.

Pomocí strojních výstružníků

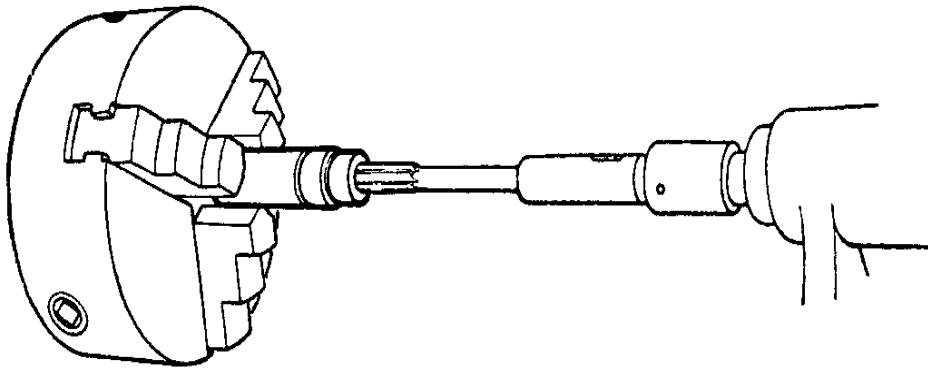
Nejčastěji se používá výstružníků s kuželovou stopkou a volné upínací hlavy. Činná část výstružníku je vedena vystružovaným otvorem.

Otvor musí být předem vyhrubován s přídavkem 0,05 – 0,3 mm, podle průměru vystružovaného otvoru. Vyhrubování otvoru můžeme provádět buďto výhrubníky, nebo vnitřním nožem.

Díra od vrtáku je nevhodná. Nemá geometrickou přesnost a hrubost jejího obrobení je velká.



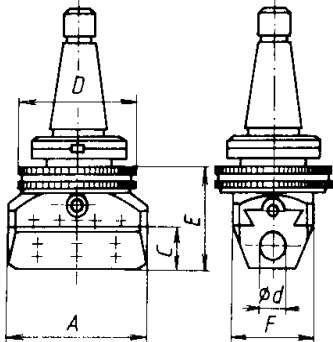
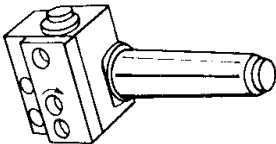
Volně uložené upínací pouzdro výstružníku[1]



Vystružování otvoru[12]

Konstrukcí výkyvných hlav je velké množství. Podstatou je, umožnit co největší osové vychýlení a zachycení reakce krouticího momentu.

Vyvrtačací hlavy.[5]

| | | |
|---|--|---|
| <p>Univerzální vyvrtačací hlava Vhu 20, 36, 56, 80, 110, 125, 160</p> |  | <p>max. posuv saní: 20, 36, 56, 80, 110, 125, 160 max. průměr obráběné díry 110, 160, 230, 280, 340, 380, 450 max. průměr obrábění čelní plochy 150, 220, 330, 380, 430, 600, 680</p> |
| <p>Vyvrtačací hlava stavitelná Vhs</p> |  | <p>Rozsah vyvrtačacích průměrů děr 5 až 180</p> |

6.3 Soustružení válcových a čelních ploch

Při soustružení válcových ploch je nejdůležitější najetí na přesný průměr. Nejprve musíme znát způsob dělení odměřovacího kroužku příčného suportu. Musíme zjistit, zda se jedná o přímé (poloměrové) dělení, nebo nepřímé (průměrové) dělení. Po osoustružení válcové plochy do hloubky asi 2 mm přeměříme přesně obrobený průměr a provedeme korekci dělicího kroužku tak, aby po natočení celého rozměru na dělicím kroužku, bylo dosaženo celého rozměru na naměřeném obrobeném válci. Potom jenom osoustružíme požadovaný rozměr. Při soustružení válcových ploch nemůžeme pro posuv použít pomocný nožový suport. Používá se pouze pro jemné a přesné najetí na rozměr.

Stejný postup je při najíždění na čelo. Pro jemné najetí na požadovaný rozměr použijeme pomocného nožového suportu.

6.4 Soustružení drážek.

6.4.1 Rozdělení drážek.

Podle umístění:

- Drážky vnější.
- Drážky vnitřní

Podle tvaru:

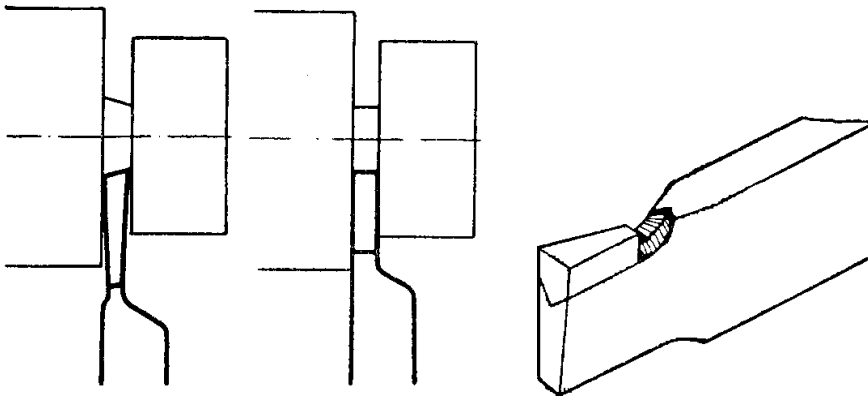
- Drážky přímé
- Drážky tvarové

Všechny uvedené typy drážek potom dělíme na :

- Šroubovité
- Prstencové.

6.4.2 Dělení materiálu upichováním

Takovéto dělení materiálu se používá jenom při upichování trubkových obrobků. Při dělení materiálu plného je upichování neefektivní. [4,5]

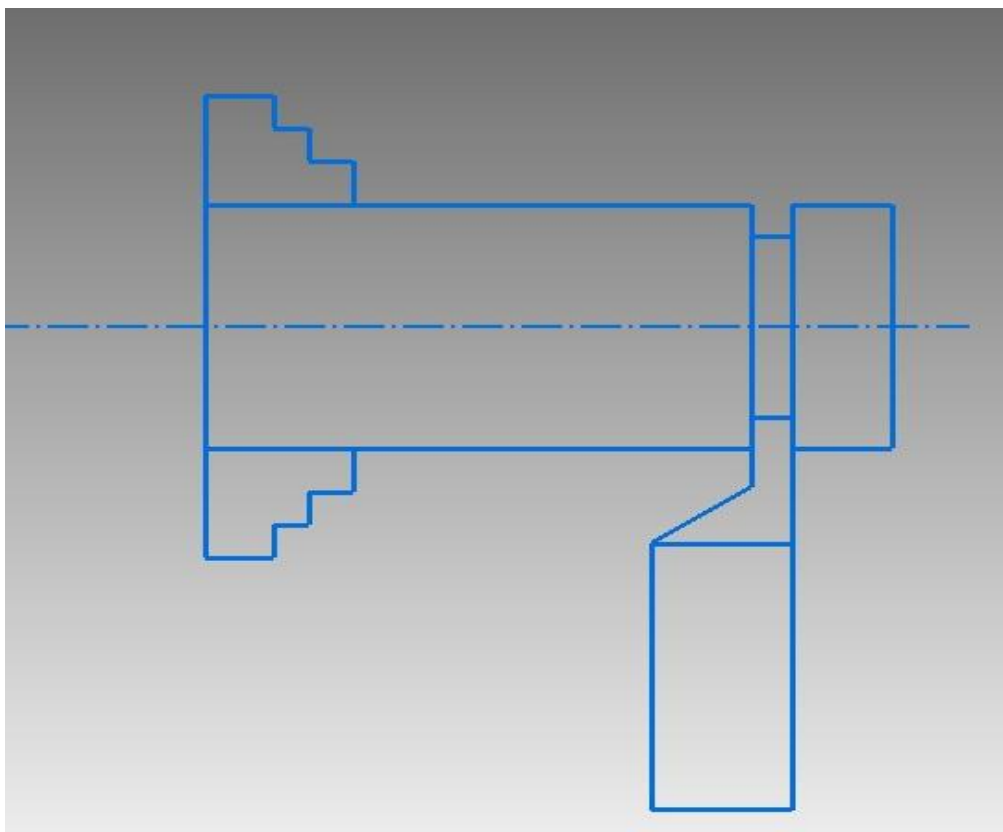


Upichovací nůž v drážce. Vlevo je správně naostřený nůž, naostření nože vpravo je nevhodné. Břit nože je skloněn pod úhlem 4° , aby oddělil materiál i v ose a na hotovém výrobku nezůstával otřep. Boky nože jsou podbroušeny, aby nedřely v drážce.

6.4.3 Problémová úloha: Upichování a výroba drážek na soustruhu

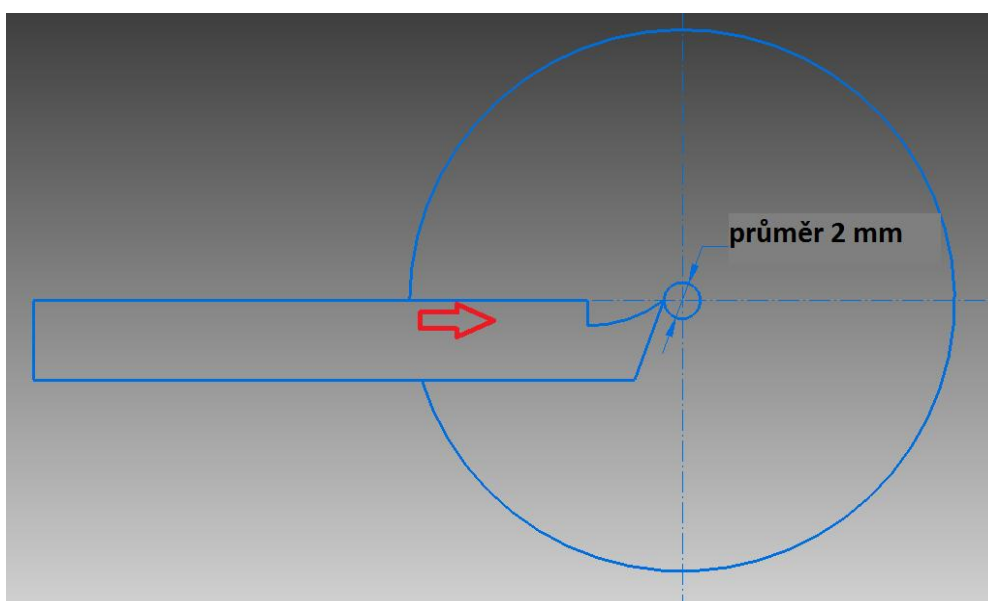
Upichování je natolik problémová soustružnická operace, že je, je-li to možné, vhodné ji nahradit jiným způsobem obrábění, například řezáním.

Procesy upichování a zapichování mají stejný cíl jako ostatní soustružnické operace, tedy dát materiálu požadovaný tvar, rozměry a jakost povrchu. Upichováním většinou oddělujeme materiál, zapichování slouží k výrobě nejrůznějších drážek. Je nutno dosahovat co nejvyšší produktivity práce a úspory materiálu. To vše samozřejmě bez ohrožení zdraví obsluhy, nadměrného opotřebení stroje a nástroje. Tyto aspekty si mnohdy protirečí. Úspory materiálu při upichování dosáhneme úzkým nástrojem (minimální odpad). Úzký nástroj má malou tuhost, snadno se poškodí, tudíž je nutné snížit řeznou rychlost, což vede ke snížení produktivity práce.



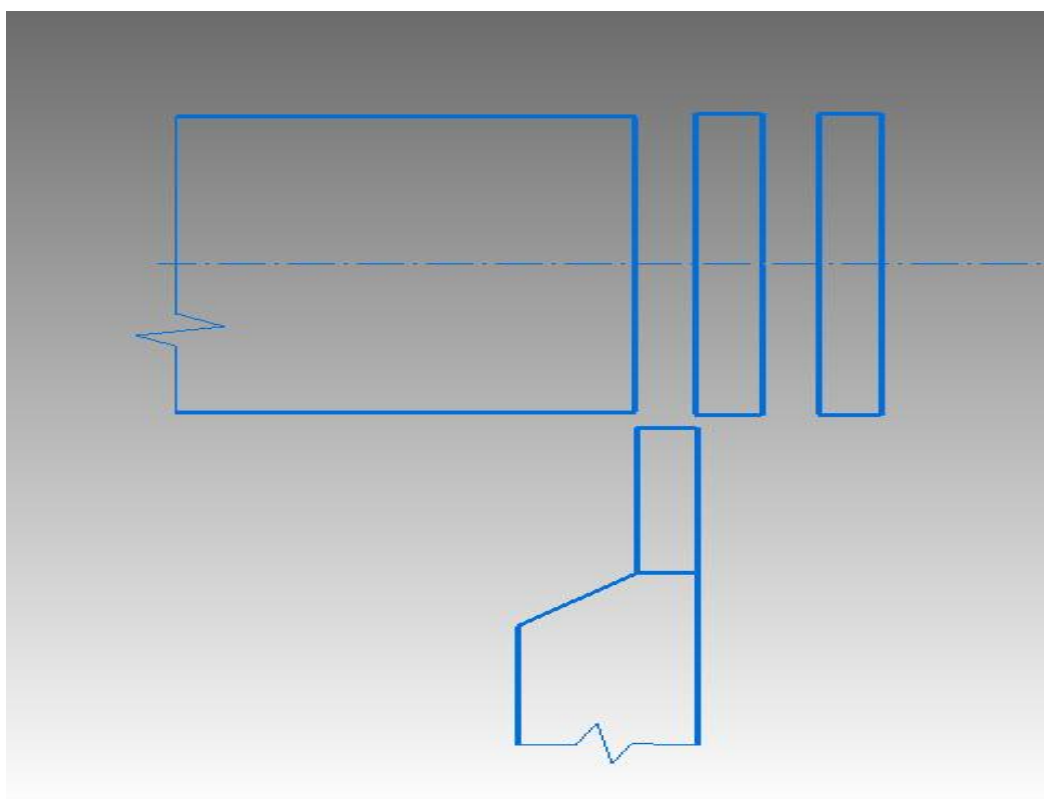
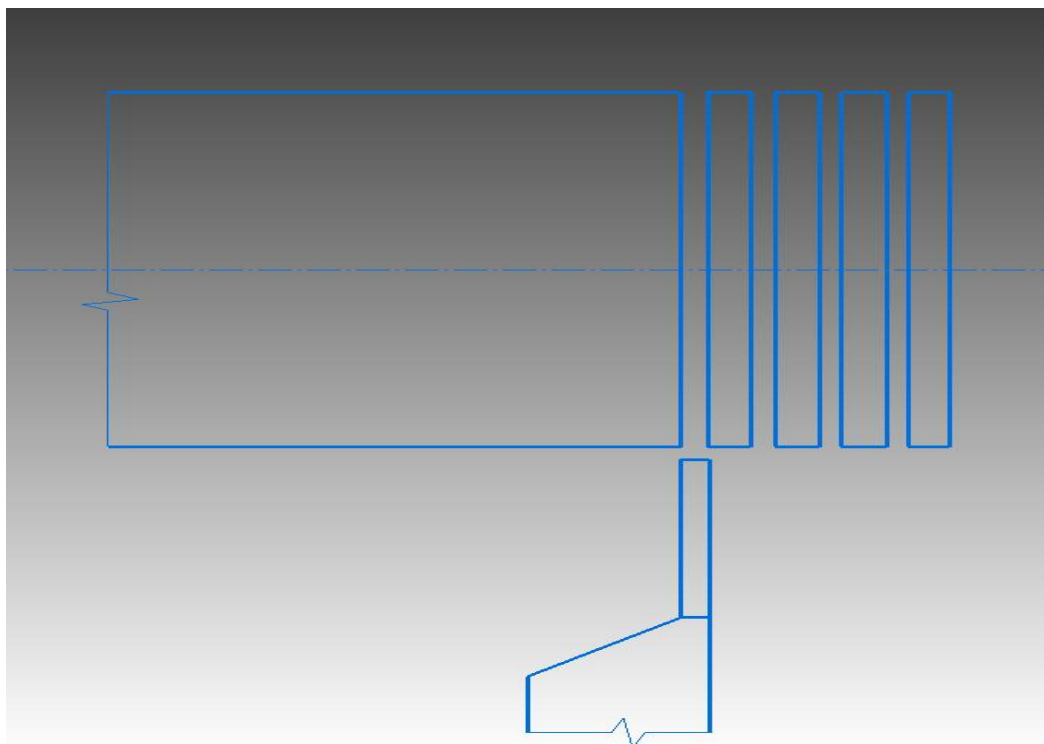
Jako u ostatních soustružnických operací obrobek rotuje a je obráběn nástrojem v klidu.

Při seřizování nástrojů pro upichování i zapichování musíme dodržet základní pravidla, vycházející ze zkušeností. Nástroj je nutné upnout tak, aby byl kolmý k ose rotace obrobku, což snižuje axiální síly působící na nástroj a tření v drážce. Problémy způsobuje klesání řezné rychlosti při zmenšování průměru soustružení. Řezná rychlost klesá u osy rotace až k nule, což zvyšuje zatížení nástroje a může způsobit tvorbu nárůstků na břitě. Proto je vhodné při dosažení průměru asi 2 mm snížit rychlost přísmvu na polovinu.

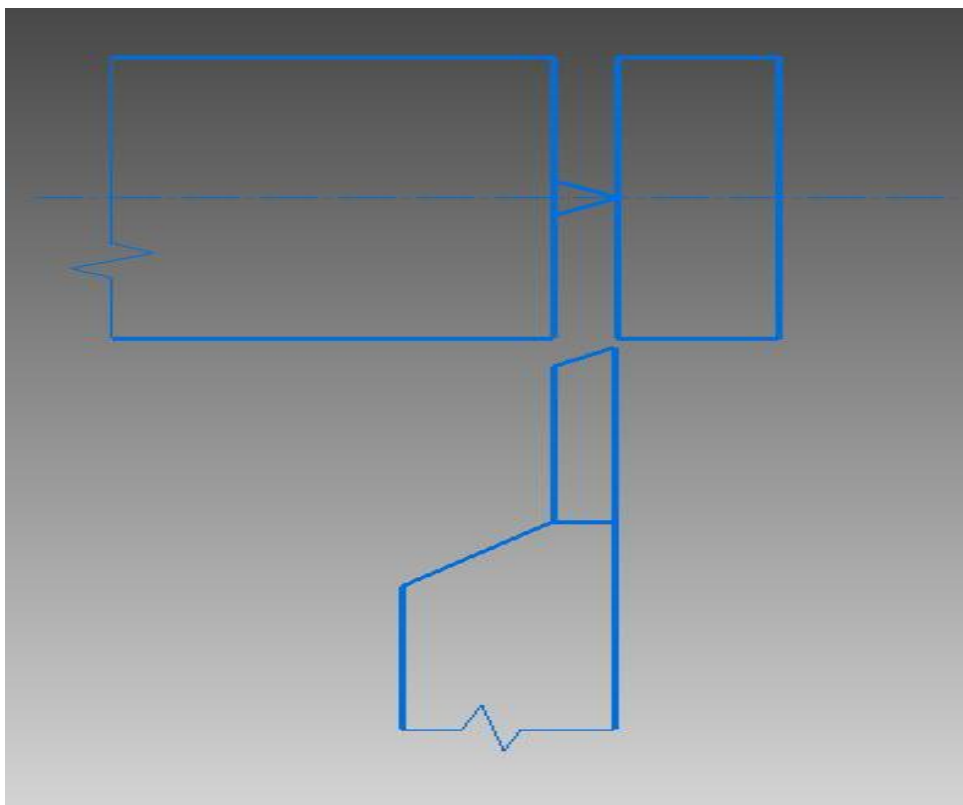


6.4.3.1 Metody upichování

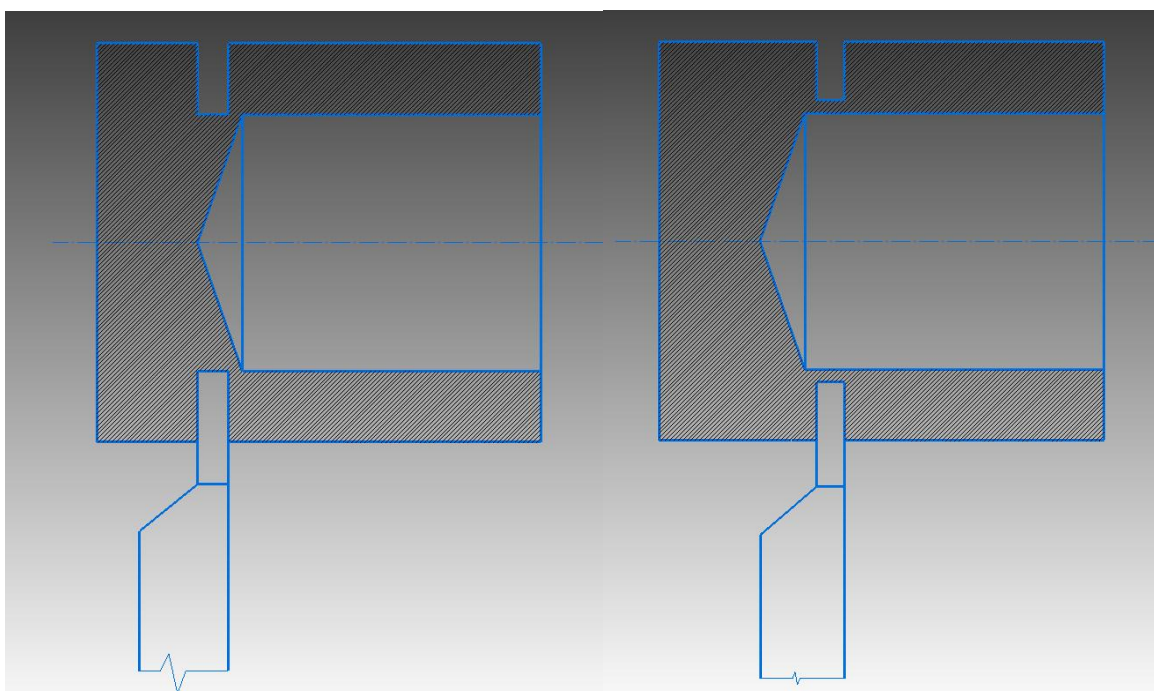
Upichování tyčí slouží k oddělování materiálu nebo hotových výrobků. Používání úzkých nástrojů šetří materiál



Volbou vhodného tvaru břitu lze dosáhnout upichování bez zbytkových výstupků.

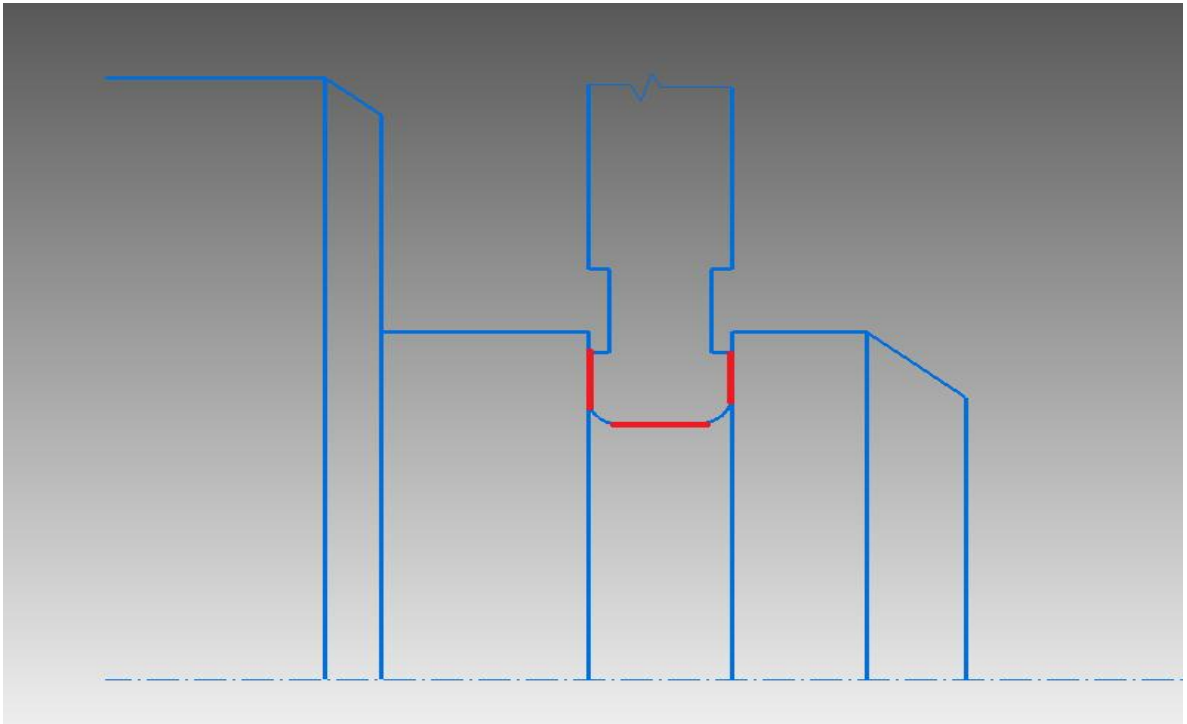


Při upichování do předvrtaného otvoru je nutné se přesvědčit, že je otvor vyvrtán dostatečně hluboko, aby břit pronikl do válcového otvoru a ne do kuželového zakončení. Síly působící na roh nástroje mohou způsobit vylomení ostří.



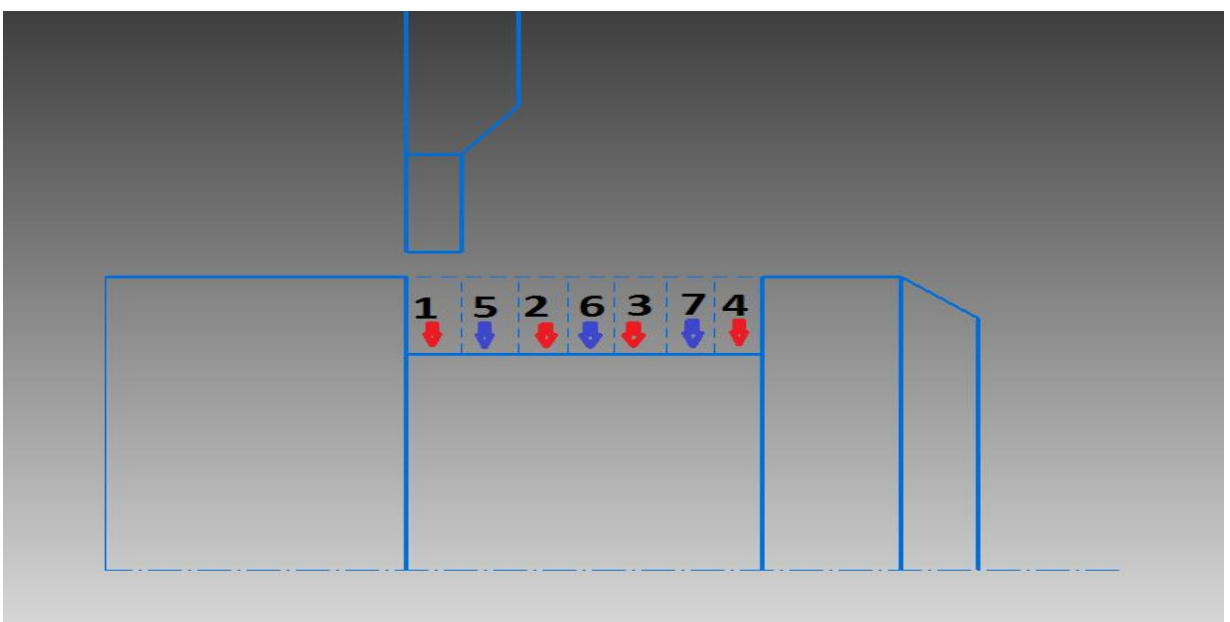
6.4.3.2 Metody zapichování

Zapichování je soustružnické operace sloužící k výrobě nejrůznějších drážek a zápichů. Od upichování se liší tím, že při něm nedochází k oddělování materiálu.

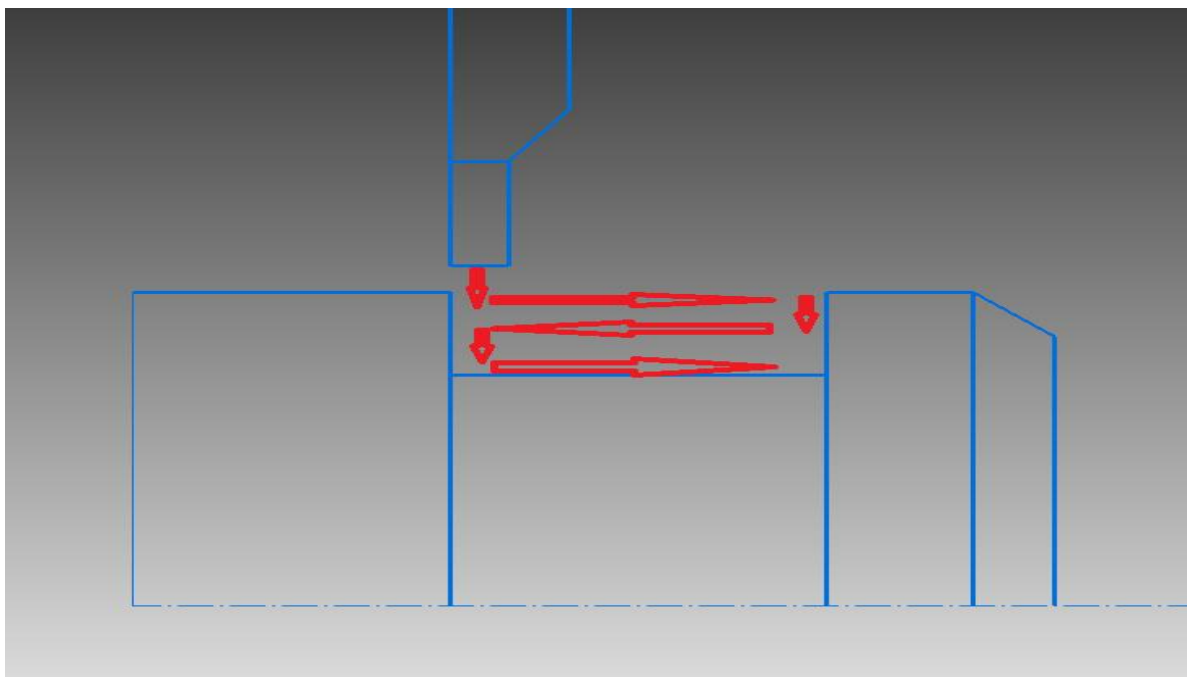


Nejjednodušší a nejproduktivnější metodou je zapichování jedním řezem. Toho je možné s výhodou použít při výrobě úzkých drážek. Zároveň obrobíme i boční stěny, což zajistí vysokou kvalitu povrchu.

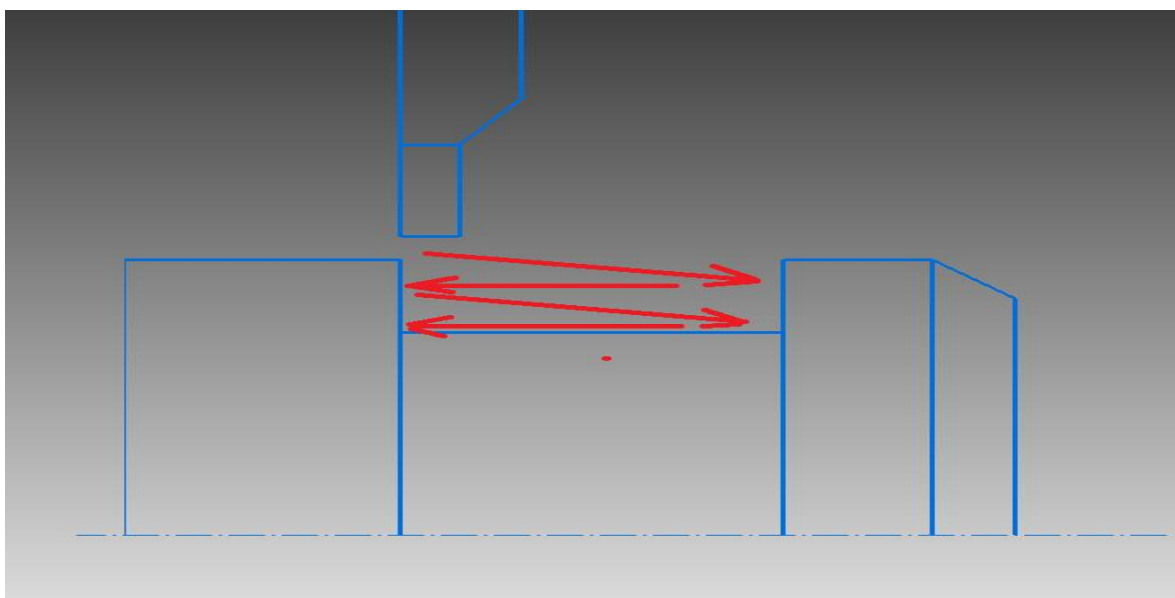
Pokud potřebujeme vyrobit širší drážku, je vhodné použít metodu vícenásobného zapichování, ponorného soustružení, nebo šikmého zahlubování.



Vícenásobné zapichování



Ponorné soustružení



Šikmé zahlubování

Používání zmíněných metod se potýká s celou řadou problémů.

Volba otáček při upichování:

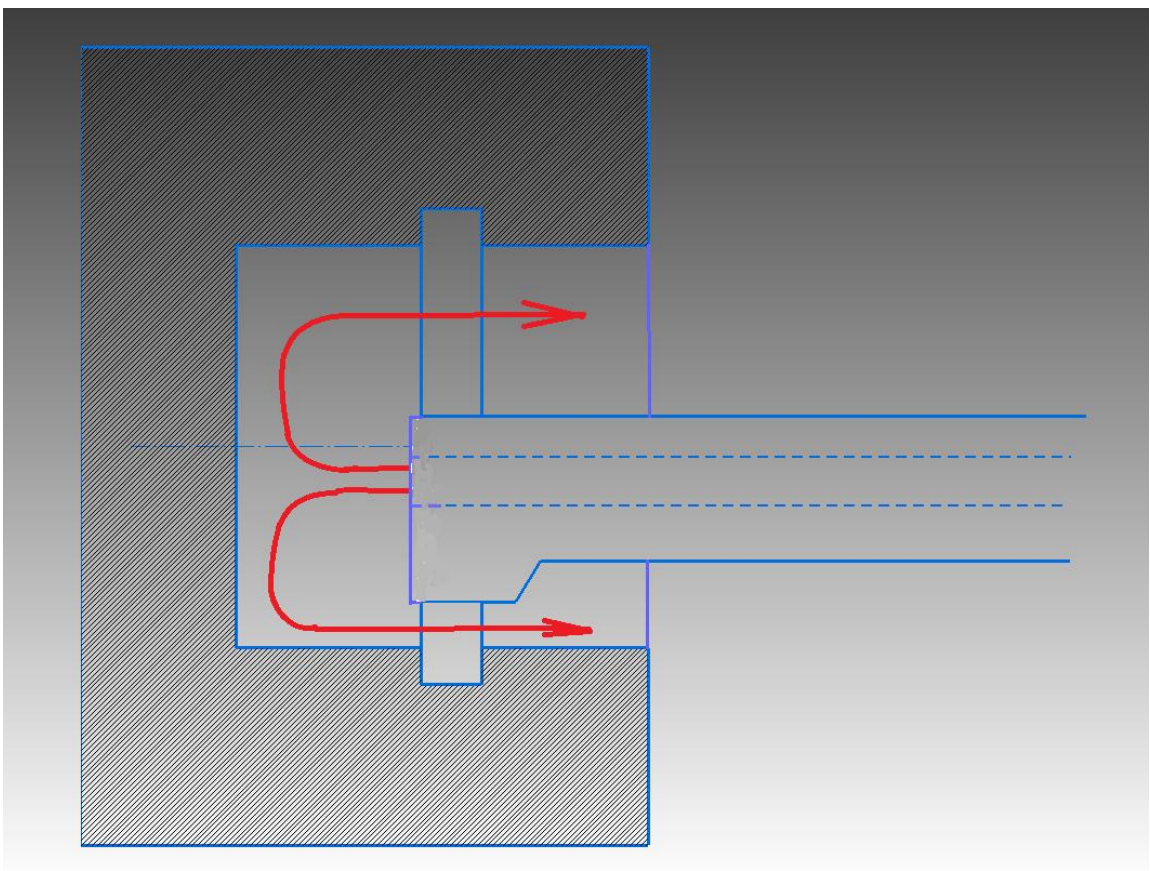
Obecně se nelze striktně držet otáček vypočítaných z rezné rychlosti. Obvykle otáčky snížíme na polovinu až čtvrtinu vypočítaných. Ale ani tehdy nemusí být vše v pořádku. Bývá nutné vyzkoušet, kdy nástroj nevibruje a otáčky případně snížit, ale i nepatrně zvýšit.

Volba posuvu při upichování:

Při upichování na univerzálním soustruhu je vhodné nepoužívat strojní posuv. Ručním posuvem lépe odhadneme jeho optimální velikost a snadno jej přerušíme, aby se drážka vyčistila od nahromaděných třísek. Zároveň můžeme posuv plynule snižovat se zmenšujícím se průměrem obrábění.

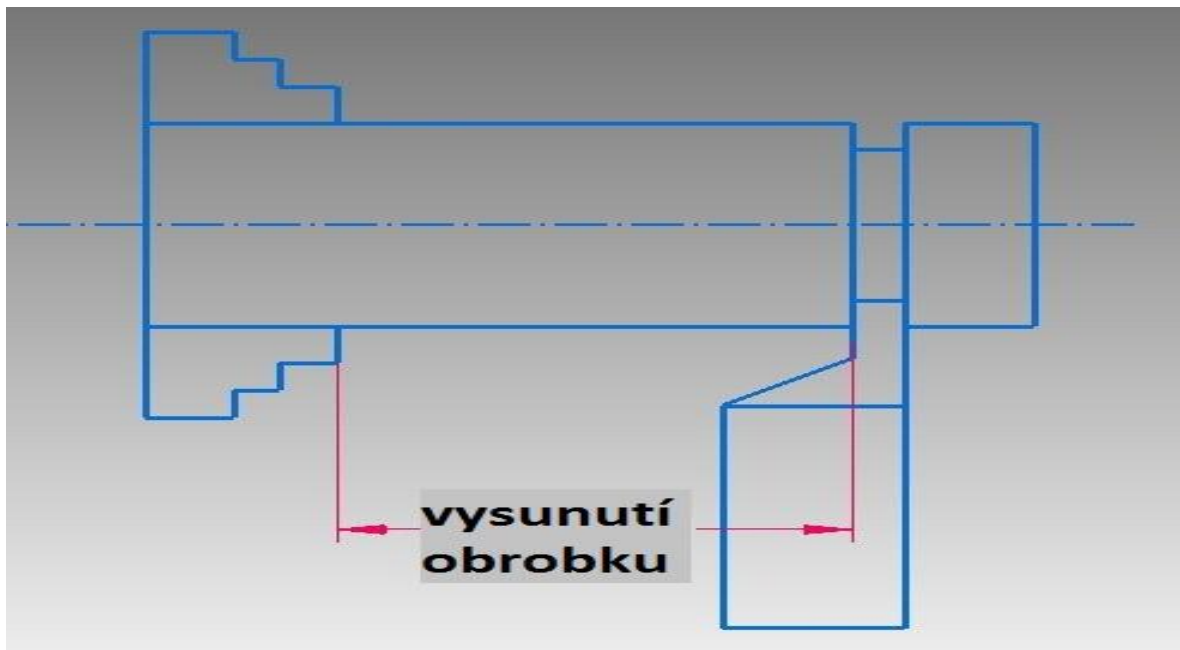
Použití řezných kapalin:

Řezné kapaliny mají velký význam i při běžném soustružení, ale při upichování se jejich význam násobí. Kromě odvodu tepla a mazání je možné a to zejména při vnitřním zapichování vhodně směřovaný proud kapaliny vedený dutým nástrojem využít k snazšímu odstraňování třísek.



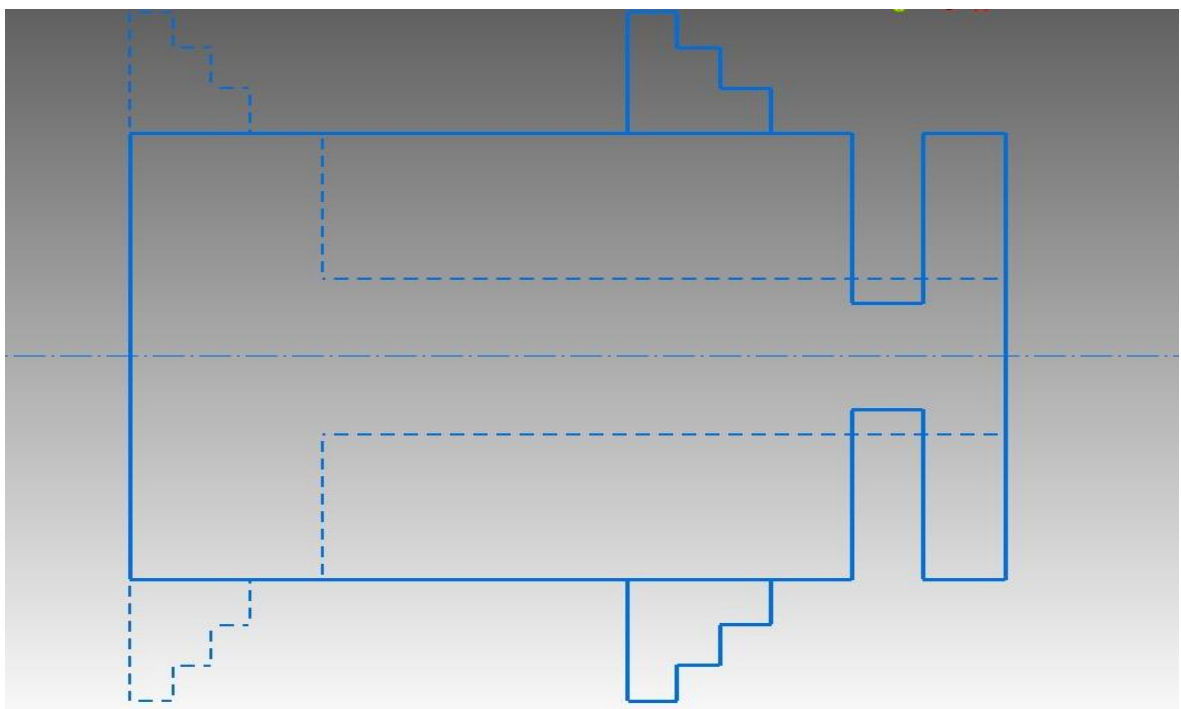
Je ovšem nutné správně zvolit směr a velikost proudu, nebo více proudů kapaliny. Při nedostatečném množství chladiva by mohlo dojít k situaci, kdy se vytvoří izolační vrstvička páry, která zhorší odvod tepla.

Velikost vysunutí obrobku:



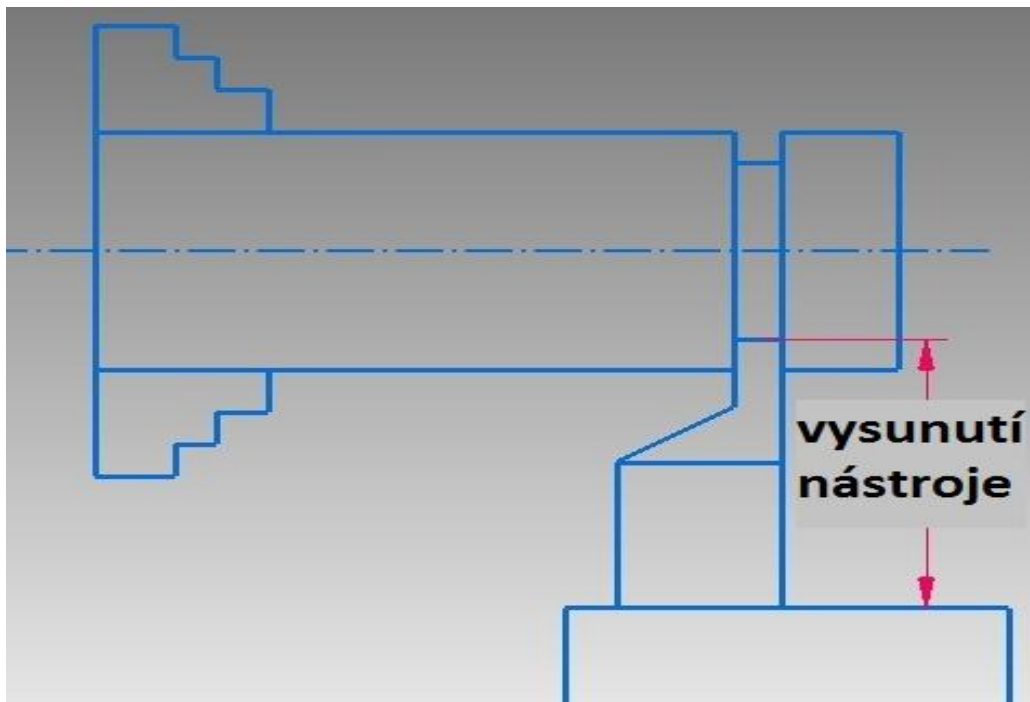
Obrobek se snažíme s ohledem na navazující operace vysouvat co nejméně. Zmenšením ramene působícím na otočný bod obrobku snížíme riziko jeho rozkmitání.

V případě, že z technologických důvodů nelze obrobek upnout tak, aby nebyl během upichování příliš vysunut, je možné problém vyřešit správným výrobním postupem. Nejprve vyrobíme zápich požadovaného průměru při malém vysunutí obrobku (plné čáry) a teprve potom soustružíme průměr čepu (přerušované čáry).



Velikost vysunutí nástroje:

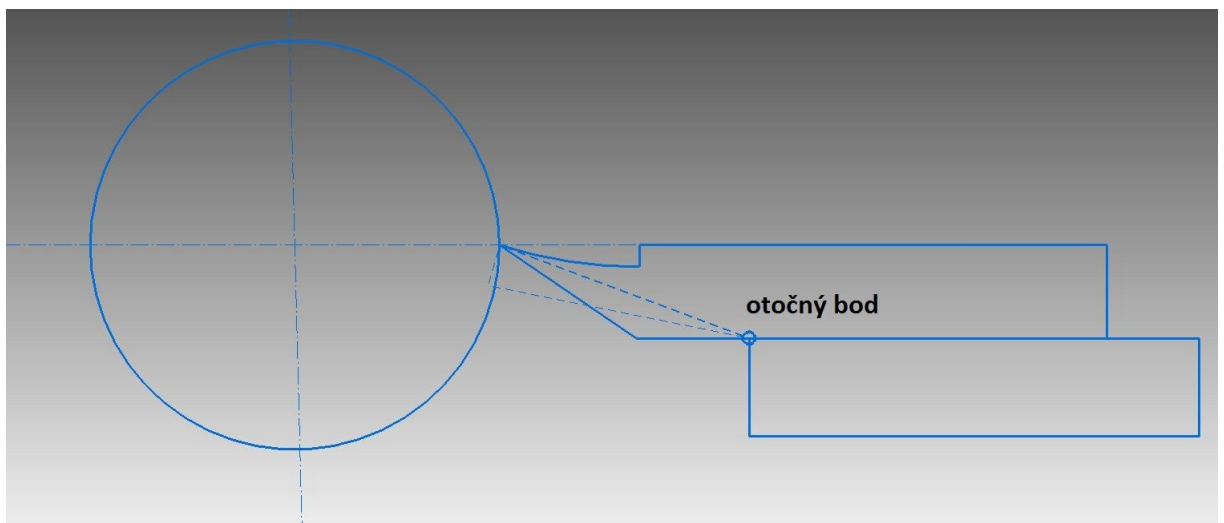
U nástroje platí totéž co u obrobku.



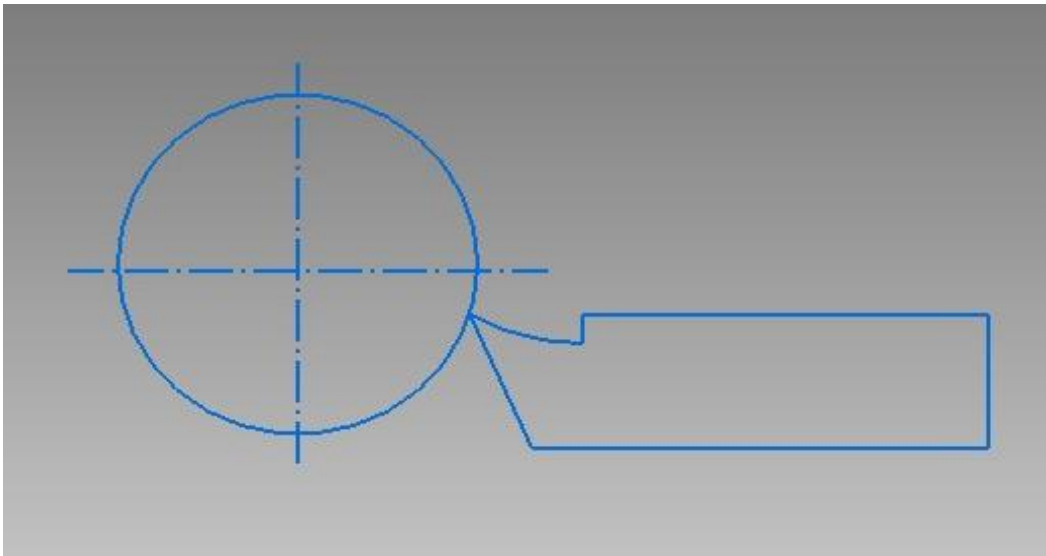
Tuhost nástroje:

Pokud bychom použili nůž s malou tuhostí, při obrábění by výslednice řezných sil napružila nástroj směrem dolů. Poté by se ostří nože zařízlo hlouběji do materiálu a došlo by k jeho zničení.

Proto se nože vyrábějí v poměru k šířce značně vysoké.

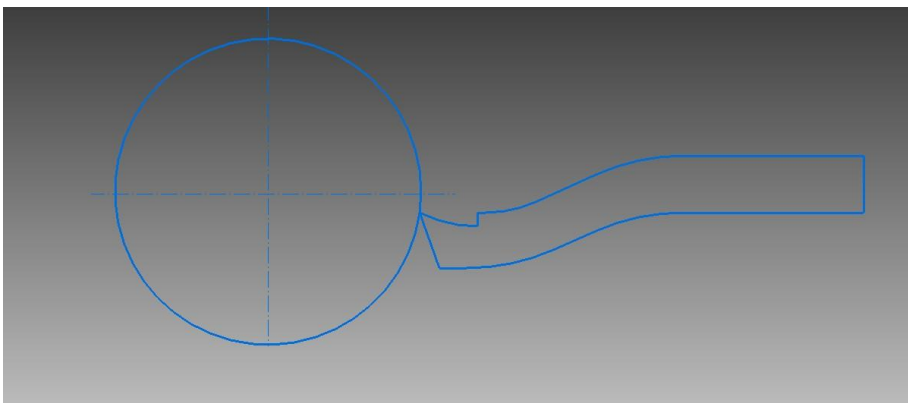
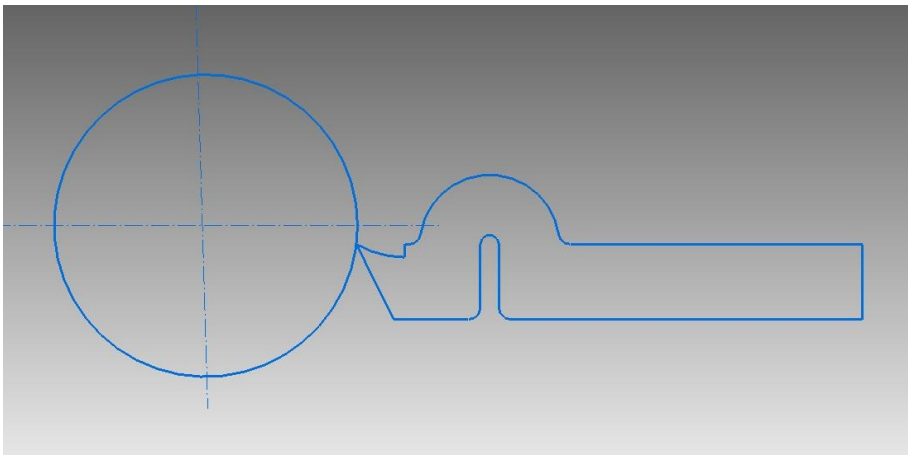


Postavení nástroje pod osu rotace:



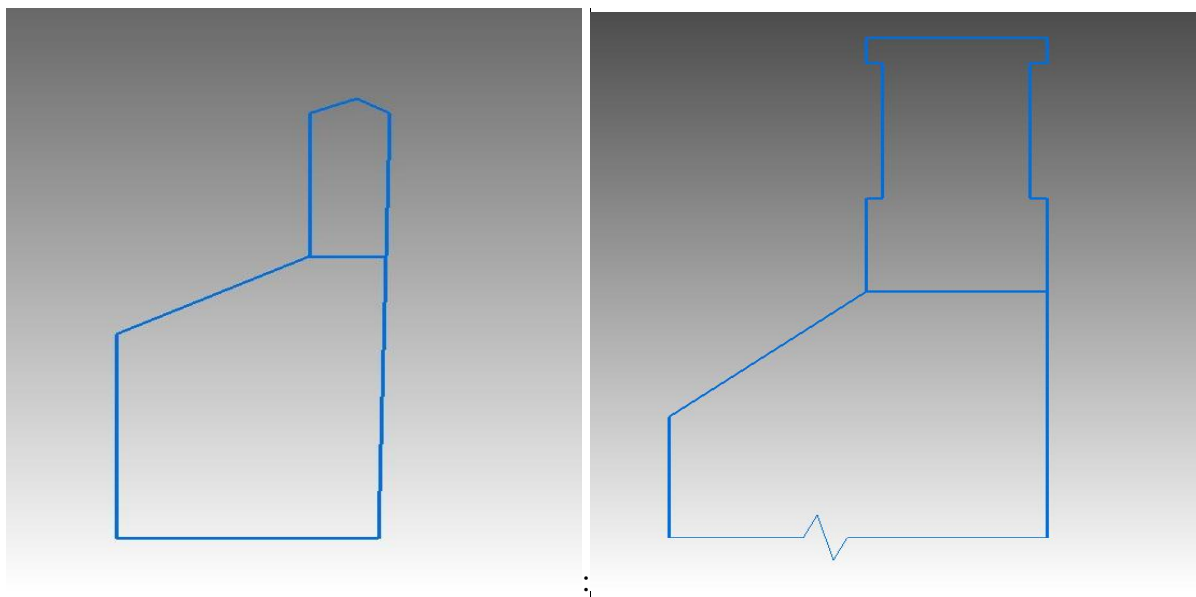
Tento způsob ustavení nástroje využívá jeho pružnosti. Pokud při upichování překročí výslednice řezných sil určitou hodnotu, nůž se napruží směrem dolů, čímž poněkud vyjede ze záběru a dojde ke zmenšení úběru materiálu z obrobku. Toto má za následek zmenšení řezných sil a zklidnění vibrací. Je ale nutno si uvědomit, že obrobek o malém průměru zapruží a bude se navalovat na nástroj.

K tomuto účelu se vyrábějí speciální pružné nože

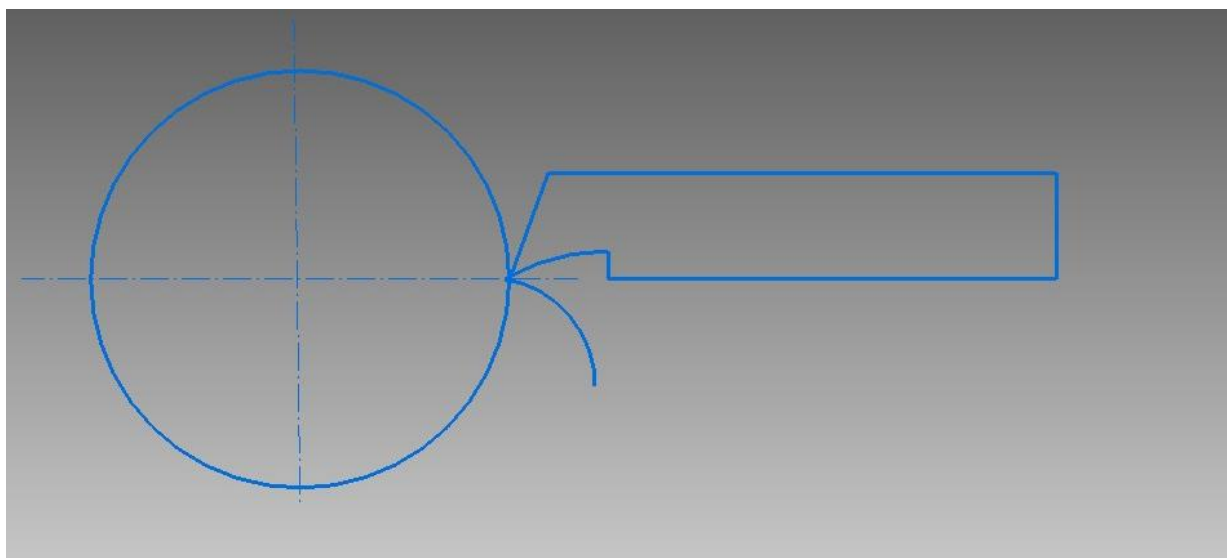


Problémy s třískou, zasekávající se v řezné drážce lze řešit i způsobem broušení nástroje. Pokud nůž nabrousíme do špičky, rozdělíme jednu širokou třísku na dvě menší a ty snáze opustí drážku. Tento postup není příliš vhodný pro měkké materiály, protože dvě dlouhé, tvárné třísky se do sebe vzájemně zaklesnou a drážku zablokují.

Tření v drážce lze úspěšně snížit vybroušením břitu nástroje do tvaru T. O stěny drážky se třou pouze krátké boky nože a zbytek neklade odpor. V případě obrábění křehkých, drobných materiálů budou malé třísky vtahovány rotujícím obrobkem do mezer po stranách nástroje, třením zahřívát břit a snižovat kvalitu obrobené plochy.

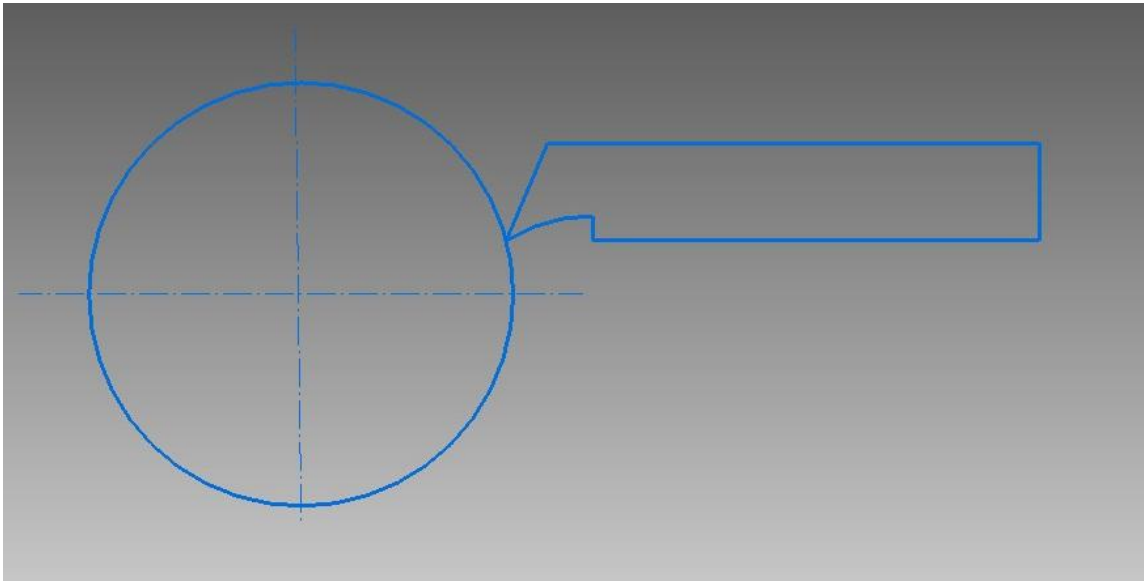


Obráceně upnutý nástroj:

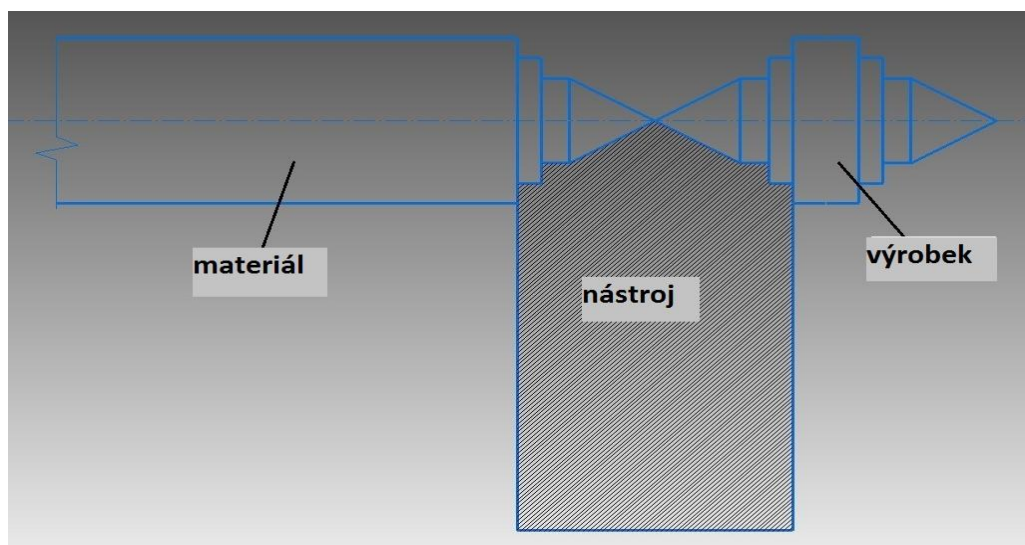


Nástroj upnutý obráceně přináší výhody v podobě snadného vypadávání třísek z řezné drážky. Je ale nutné si uvědomit, že tento způsob obrábění namáhá stroj způsobem, na který není běžný

soustruh stavěný. Dochází k namáhání šroubů upevňujících nožovou hlavu na tah. Tento způsob namáhání je nepřijatelný. Výslednice řezných sil také nadzvedává suport z lože. Nesmíme zapomenout na velké nebezpečí, které plyne z možného povolení univerzální upínací hlavy ze závitu vřetene. Ze zmíněného vyplývá, že tento způsob upichování nelze použít na běžném univerzálním soustruhu, ale pouze na strojích, které tomu jsou konstrukčně přizpůsobeny. Pokud upneme obrácený nůž v poloze nad osu, dostaví se obdobný efekt, jako v případě upnutí nože pod osu v normální poloze.



Při úspěšném zvládnutí popisovaných problémů je princip zapichování možné použít v sériové výrobě. Široký zapichovací nůž nabrousíme dle obrázku a zapichováním obrábíme jednu stranu prvního dílce a druhou stranu dalšího dílce současně. Po dokončení jen vysuneme materiál a obrábíme další dílce. Např. lze ušetřit operaci navrtávání trnů pro navíjení pružin a to na obou koncích trnu, užijeme-li při jejich soustružení načisto dutého trnu a dutého unašeče.



6.5 Řezání vnitřních závitů pomocí závitníků.

6.5.1 Druhy závitníků.

- 1,) Ruční (zámečnické třídílné)
- 2,) Strojní
- 3,) Maticové pro průchozí závity o max. délce 1 D

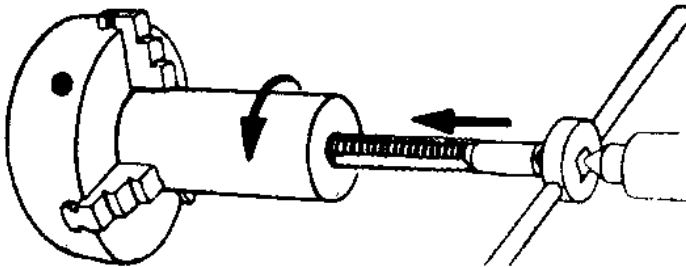
6.5.2 Závity-názvy a definice

| Název | Popis (definice) |
|----------------------------|---|
| Šroubovice | Dráha vytvořená na skutečné nebo myšlené kuželové nebo válcové ploše bodem pohybujícím se tak, že poměr mezi osovým posuvem α a odpovídajícím úhlovým natočením ϵ je konstantní |
| Šroubová plocha | Plocha vytvořená křivkou (profillem závitu) ležící v osové rovině a pohybující se tak, že všechny její body opisují šroubovice o stejném poměru α a ϵ |
| Závitový vrchol | Materiál mezi částmi šroubové plochy jednoho závitu |
| Závit | Povrch plochy vytvořené rovinnou čarou navinutou ve šroubovici na povrch válce nebo kužele |
| Vnější závit | Závit vytvořený na vnější válcové nebo kuželové ploše |
| Vnitřní závit | Závit vytvořený na vnitřní válcové nebo kuželové ploše |
| Jednoduchý závit | Závit vytvořený jedním profilem |
| Několikachodý závit | Závit vytvořený dvěma nebo několika profily |
| Pravý závit | Závit, jehož profil při pohledu podél osy při otáčení ve směru pohybu hodinových ručiček se vzdaluje od pozorovatele |
| Levý závit | LH závit, jehož profil při pohledu podél osy při otáčení proti směru pohybu hodinových ručiček se vzdaluje od pozorovatele |
| Osa závitu | Osa válce nebo kužele, na němž je závit vytvořen |
| Profil závitu | Obrys vrcholu závitu a závitové drážky v rovině osového závitu |

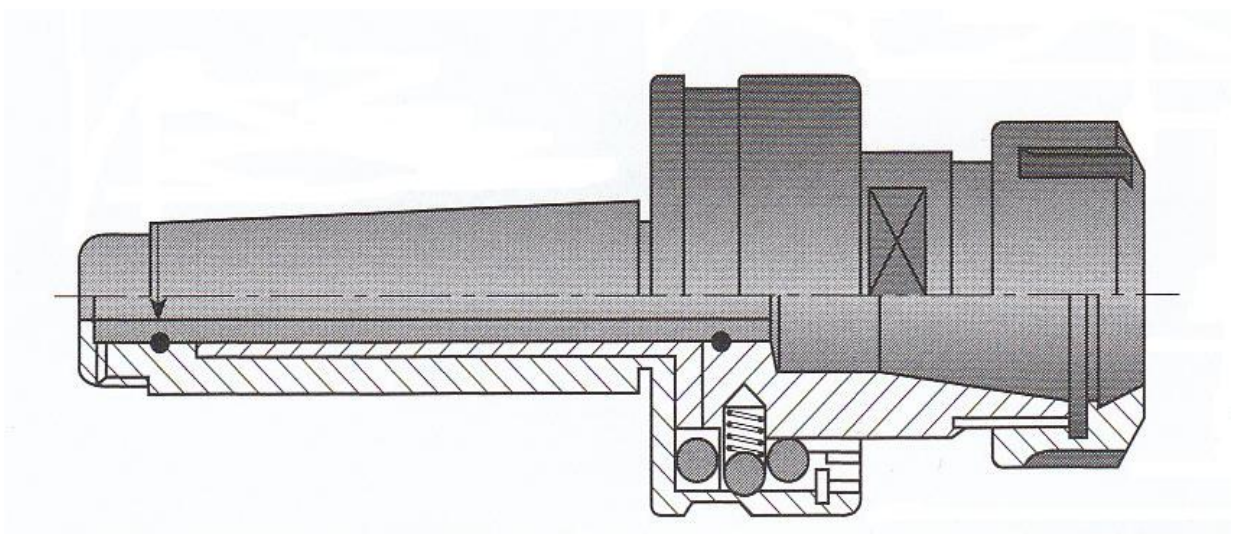
6.5.3 Nástrojové držáky, do kterých upínáme závitníky.

[4,5]

- Vratidla
- Upínací hlavy pro závitníky. Umožňují nastavení kroutícího momentu tak, aby nedošlo k ukroucení závitníku při najetí do dna otvoru.



Řezání závitu závitníkem upnutým ve vratidle[4]

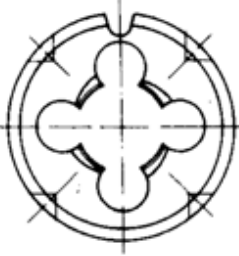
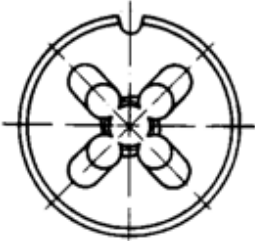


Upínací hlava pro závitník.[7]

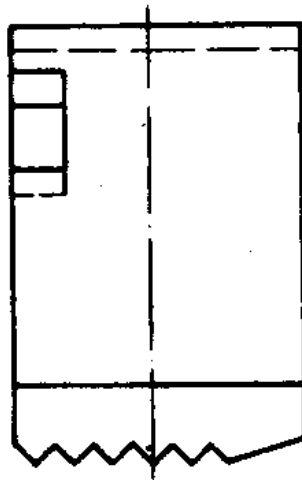
6.5.4 Řezání vnějších závitů

6.5.4.1 Nástroje pro výrobu závitů řezáním

[6,7.12]

| | | | |
|------------|---|---|---------|
| ruční | metrický základní řady a závit s jemným stoupáním průměr 1 až 52 mm |  | 22 3210 |
| | trubkový válcový G 1/8" až 1 1/2" | | 22 3212 |
| automatové | metrický základní řady a závit s jemným stoupáním průměr 1 až 16 mm |  | 22 3216 |

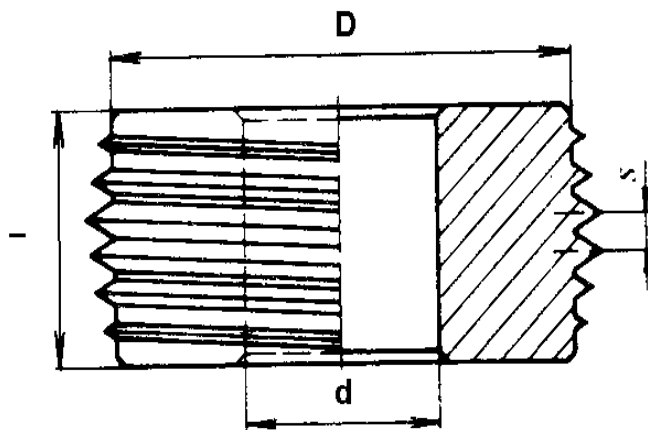
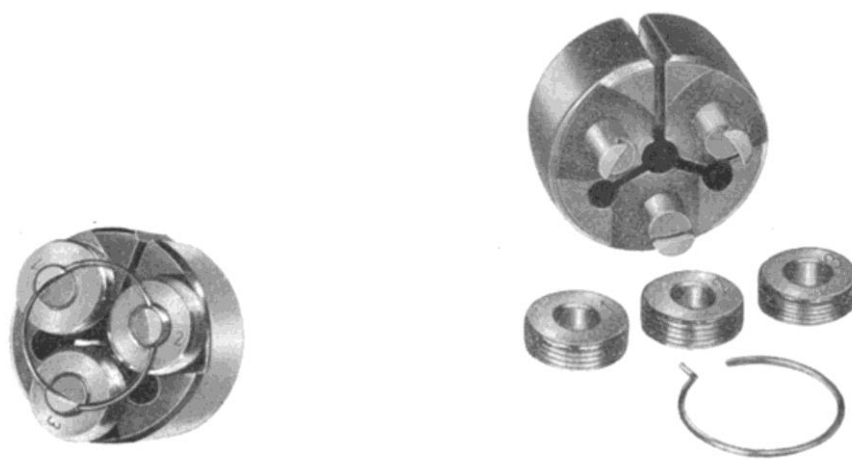
Závitové čelisti kruhové (očka)



Závitová čelist pro automatické hlavy.

6.5.4.2 Nástroje pro výrobu závitů válcováním

- Závitové válcovací hlavy univerzální
- Závitové válcovací hlavy stojící
- Závitové válcovací hlavy rotační

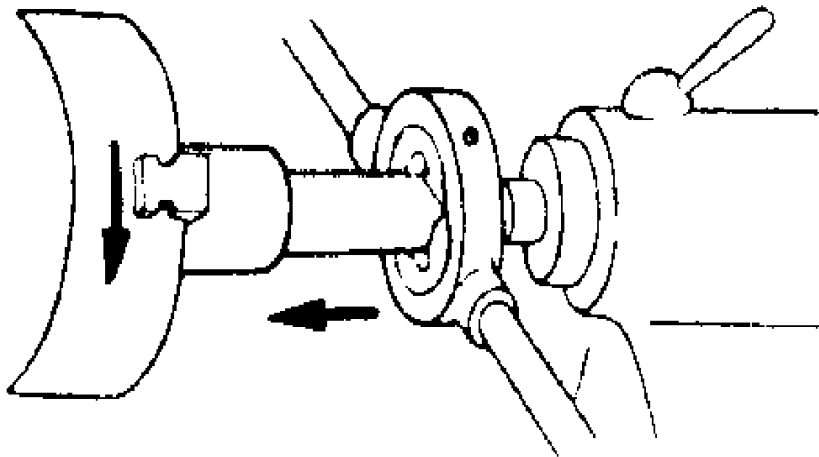


D- vnější průměr kotouče
d- průměr díry kotouče
s- stoupání profilů
l- šířka kotouče

Pevná válcovací hlava (s pevně danými rozměry závitů) v smontovaném a demontovaném stavu.[7]

6.5.4.3 Nástrojové držáky.

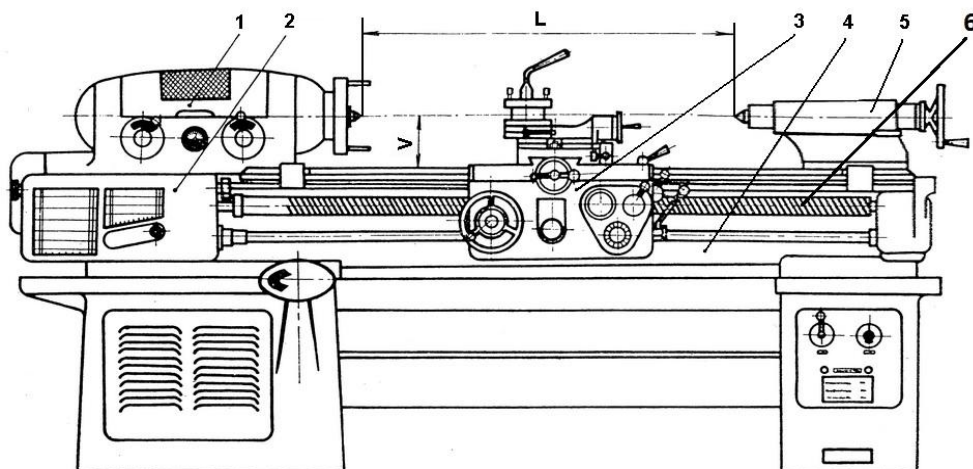
- Speciální nástrojové hlavy
- Ruční vratidla.



Ruční vratidlo použité při řezání závitu na soustruhu.[9]

6.5.5 Problémová úloha soustružení závitů

Při soustružení závitů nevyužíváme k pohonu suportu strojní posuv vodící tyčí, ale vodícím šroubem. Nikdy nesmíme použít doraz. Univerzální soustruh není vybaven zařízením umožňujícím zastavení posuvu dorazem při použití vodícího šroubu.



1-vřeteník, 2-posuvové ústrojí, 3-suport, 4-lože, 5-koník, L-maximální vzdálenost hrotů (točná délka), V- výška hrolů nad ložem (točný průměr) 6-vodící šroub

S využitím pohonu suportu vodícím šroubem je možné přesně, dle požadovaného stoupání závitu, nastavit poměr mezi otáčkami vřetene a rychlostí posuvu. To znamená, že posuv na otáčku musí být shodný se stoupáním vyráběného závitu.

Před zahájením samotného soustružení závitu musíme připravit nástroj i obrobek.

Příprava nástroje:

Nástroj naostříme podle šablony.



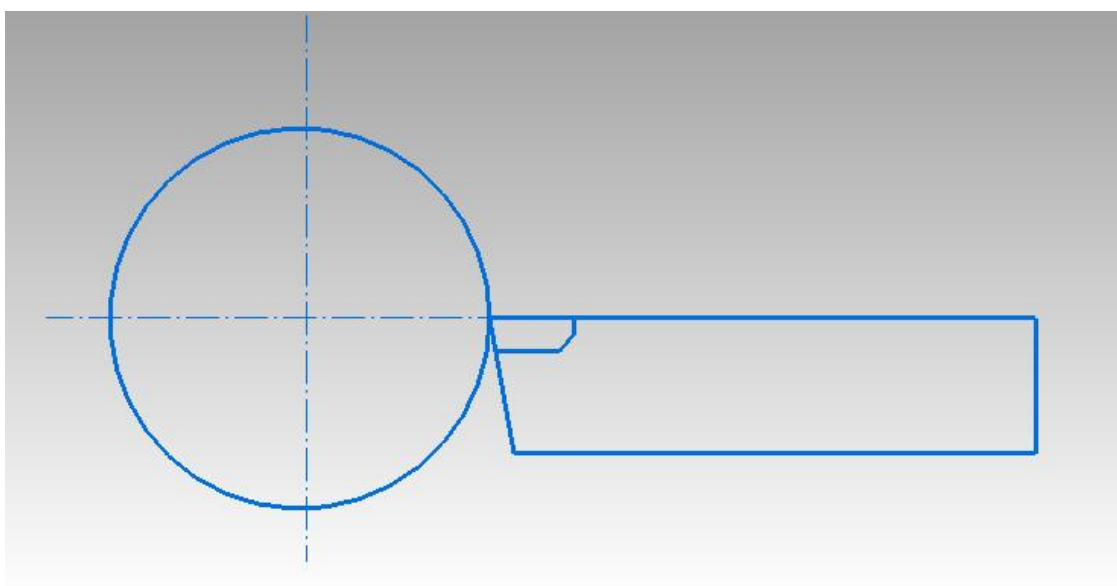
Šablona pro metrický závit



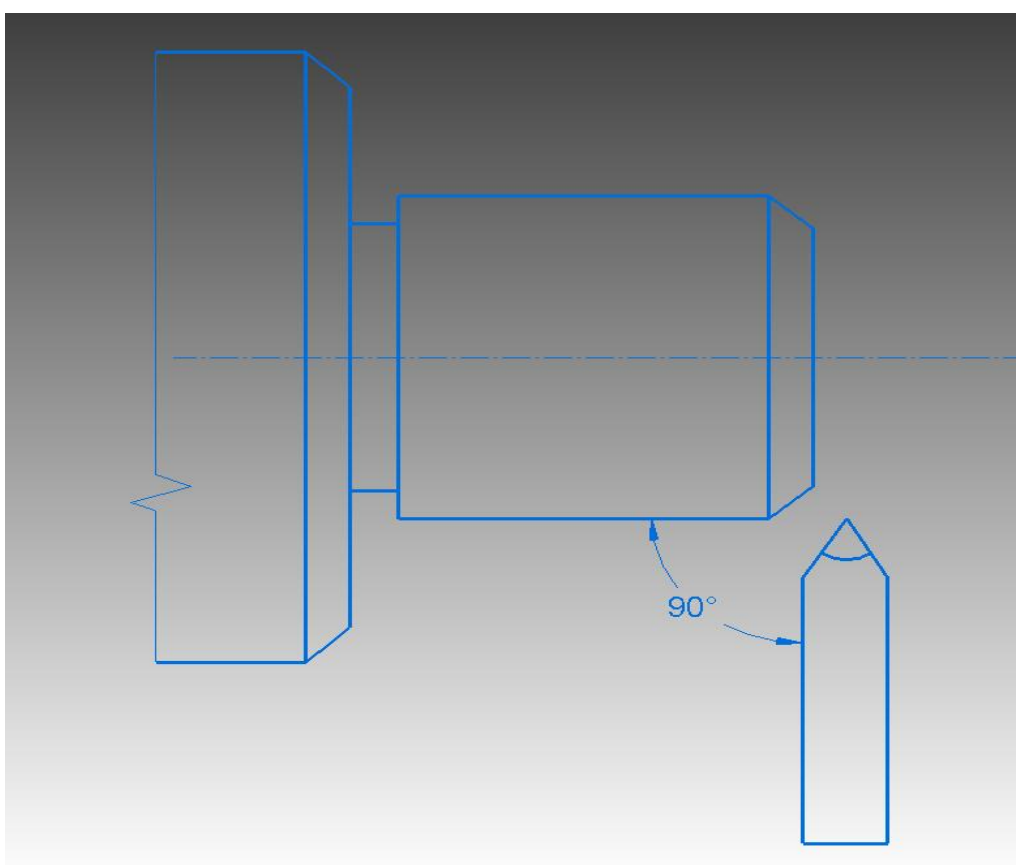
Šablona pro trapézový závit

Po naostření je vhodné broušené plochy začistit přešetěním obtahovacím brouskem, máčeným v oleji.

Aby se při ostření neměnil profil nástroje, úhel čela má být nulový.

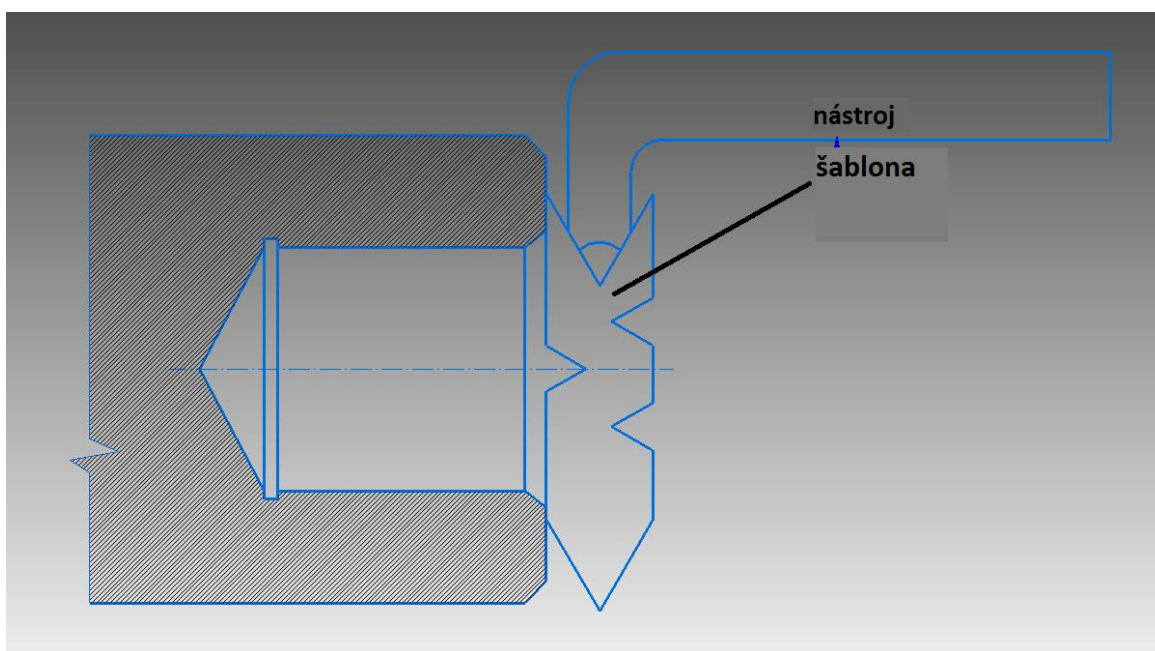


Aby souhlasil profil vyrobeného závitu s profilem vybroušeným na nástroji, je nutné ustavit nástroj přesně do osy soustružení.

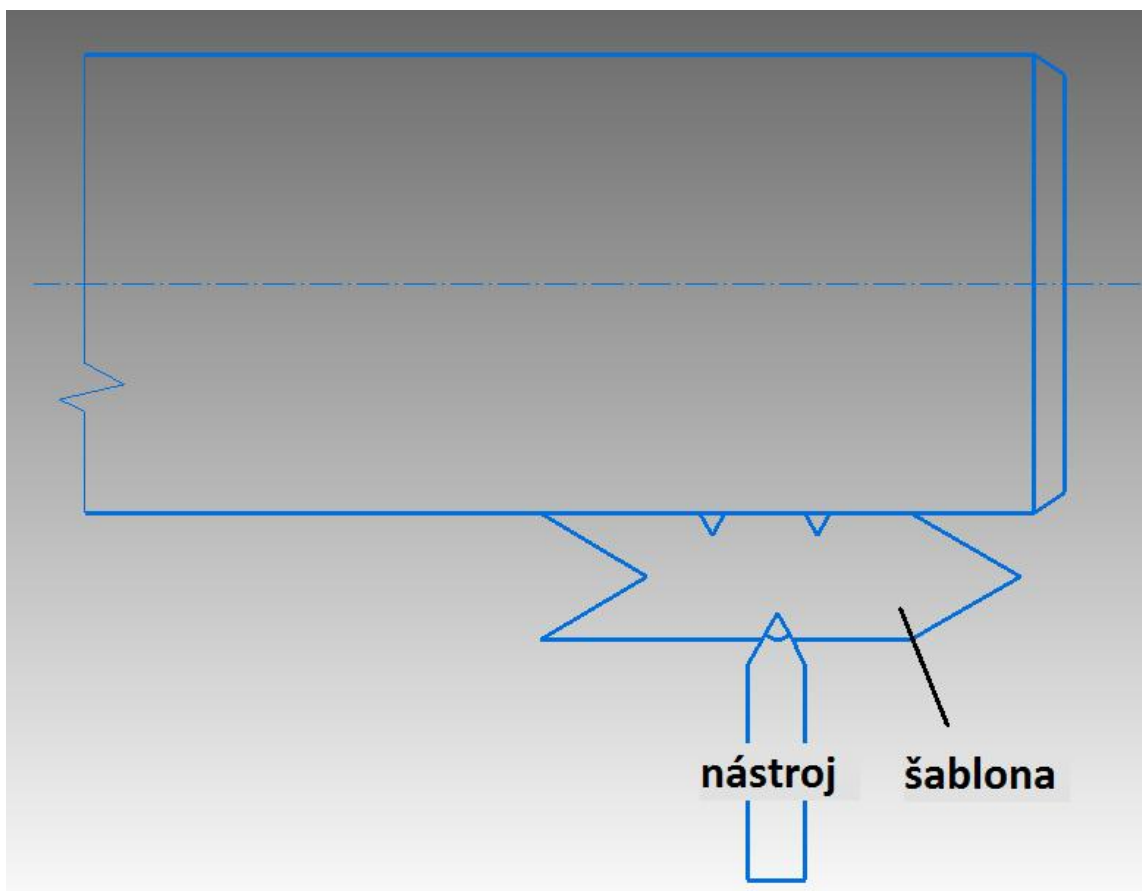


Nástroj musí být také ustaven přesně kolmo k obráběné ploše.

Nastavení nástroje při soustružení vnitřních závitů s využitím šablony

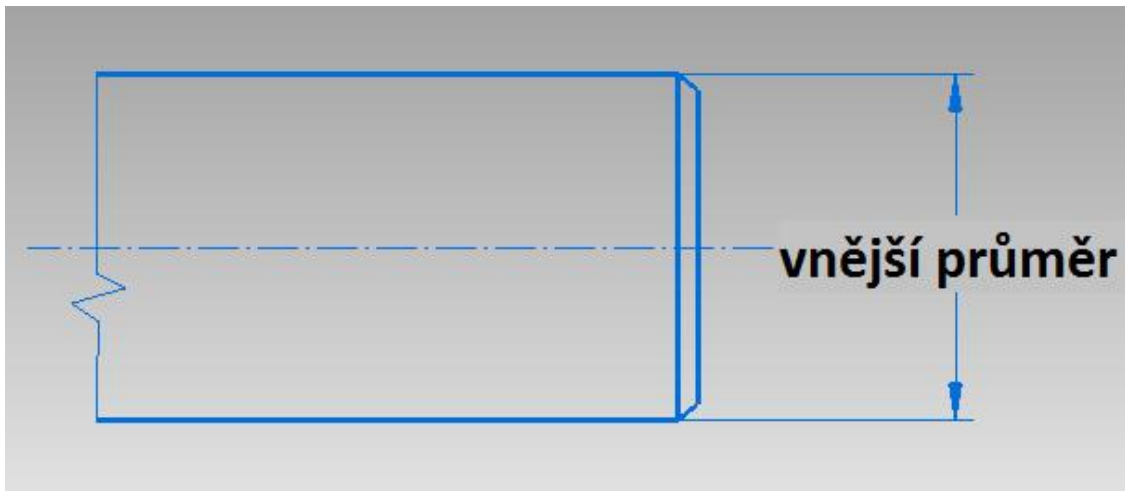


Nastavení nástroje při soustružení vnějších závitů s využitím šablony

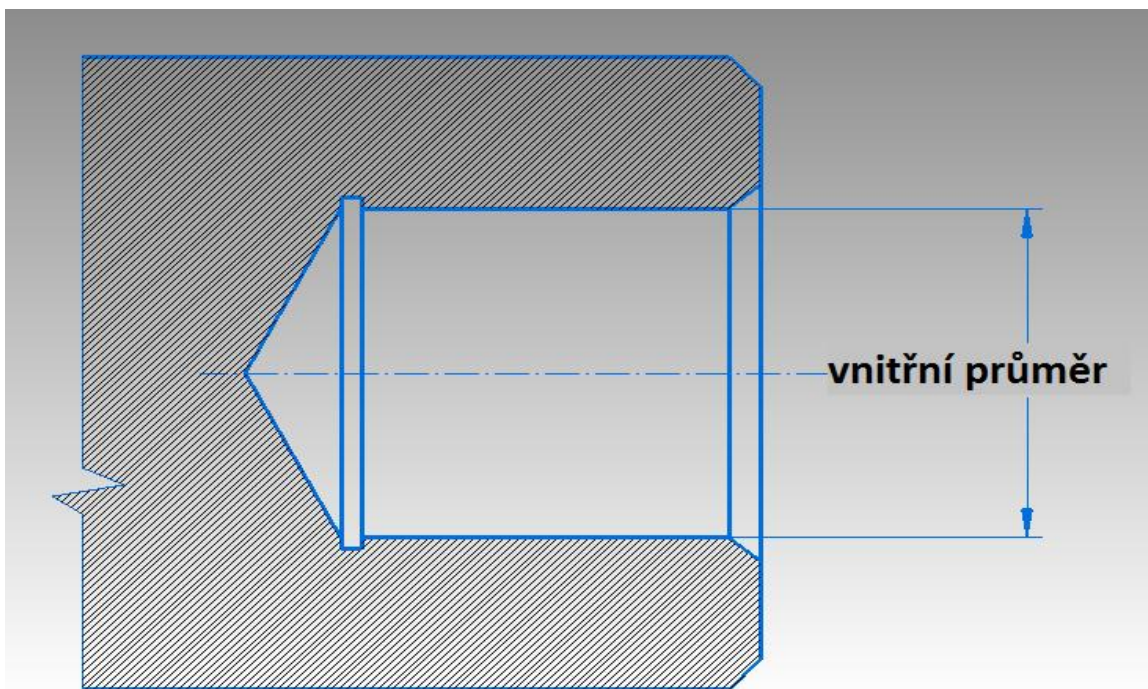


Příprava materiálu:

Při výrobě vnějšího závitu osoustružíme materiál obrobku na vnější průměr závitu šroubu.

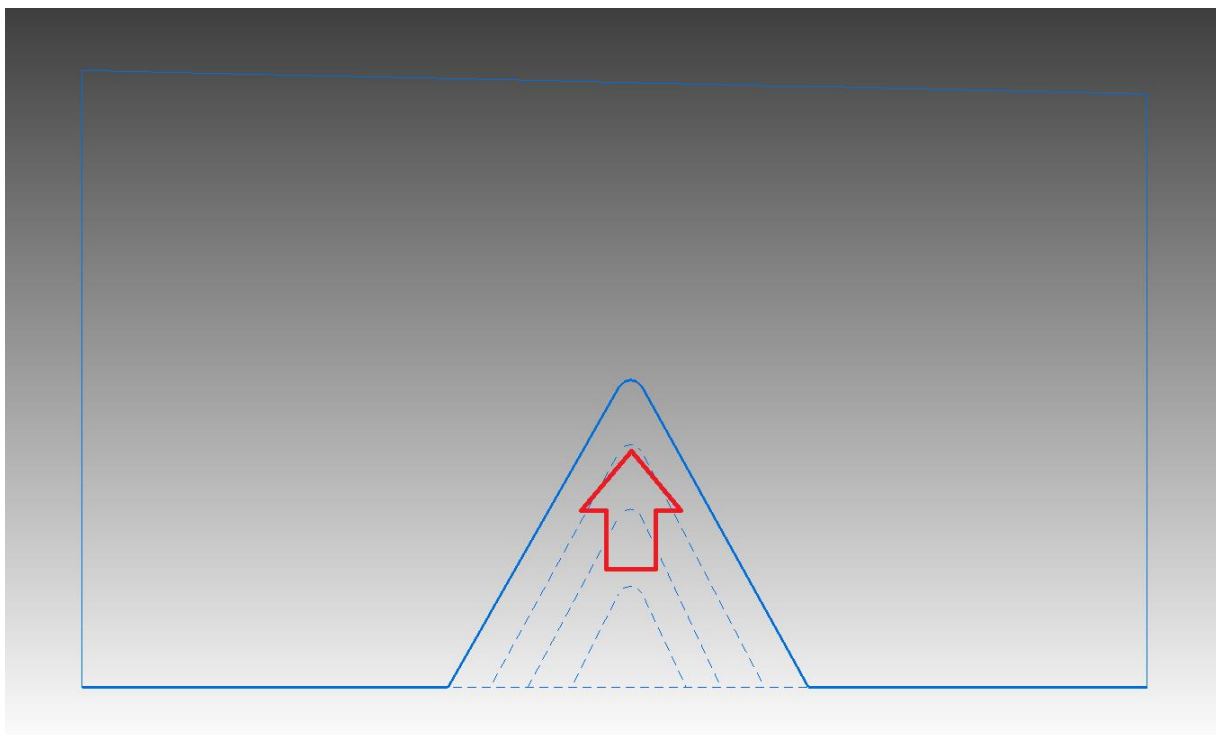


Při výrobě vnitřního závitu osoustružíme materiál obrobku na vnitřní průměr závitu matice.

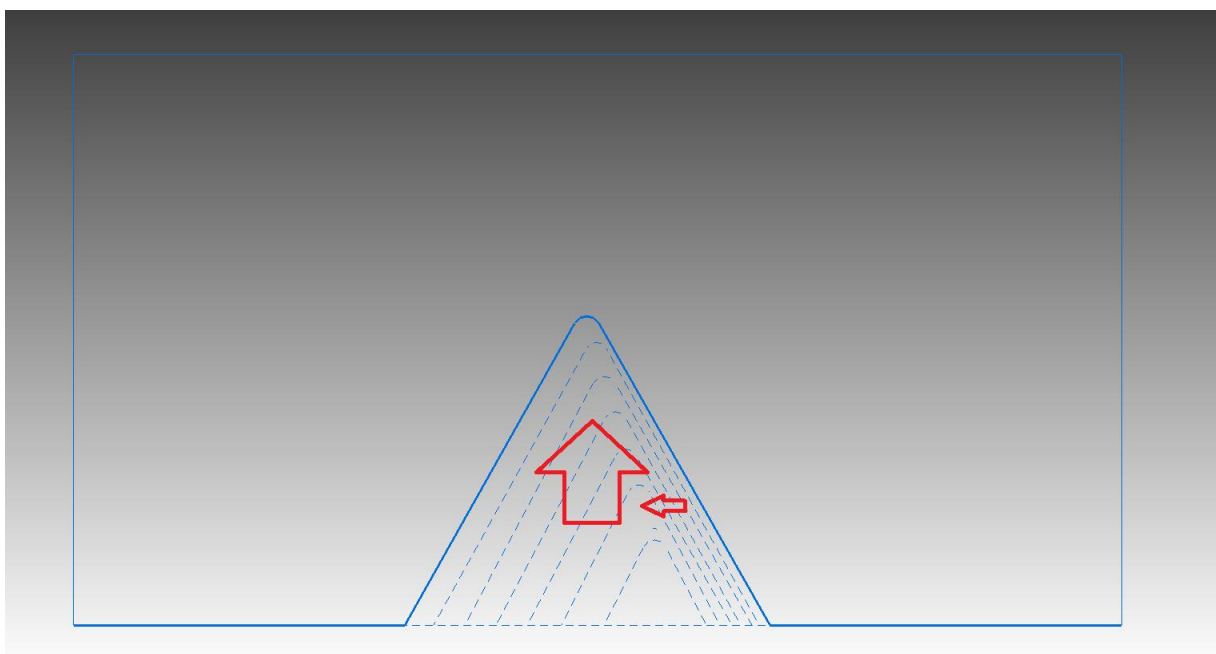


Konec plochy pro výrobu závitu je nutné opatřit zápichem umožňujícím vyjetí nástroje ze záběru. Závít soustružíme většinou na více třísk. Postup při ubírání třísek zásadně ovlivňuje jakost obrobené plochy a životnost nástroje.

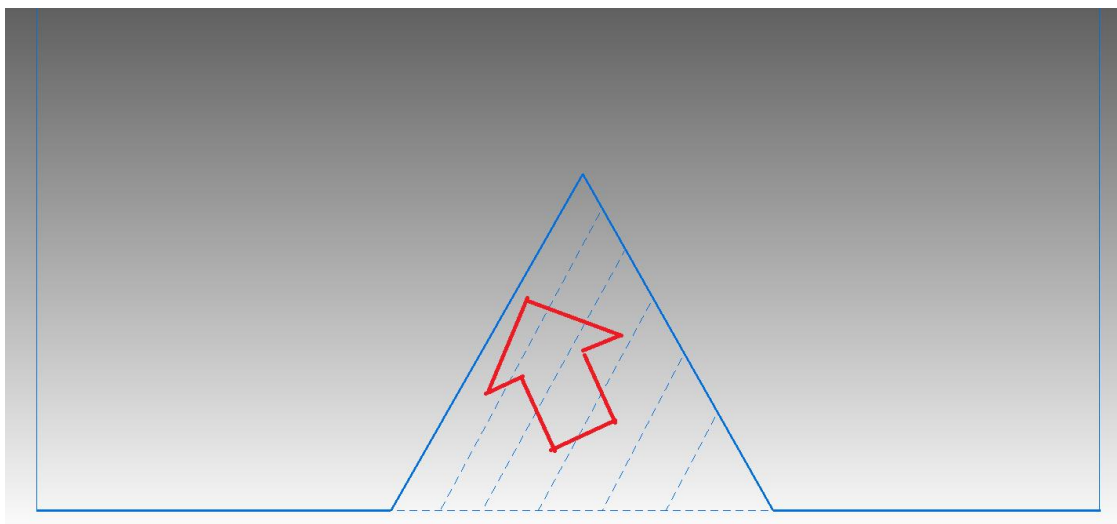
Závitovou drážku nelze soustružit na jednu třísku. Řezný odpor materiálu je příliš velký a došlo by k zničení nástroje. Závít proto obrábíme na více třísk. Velmi záleží na způsobu, jakým zasouváme nástroj do záběru.



Nejjednodušší je využití pouze příčného posuvu. Třísku odebírají oba břity shodně, tříška se v drážce pěchuje, nástroj se přehřívá a má sklon k vibrování. Touto metodou lze obrábět pouze malé profily z barevných kovů, nebo litiny.

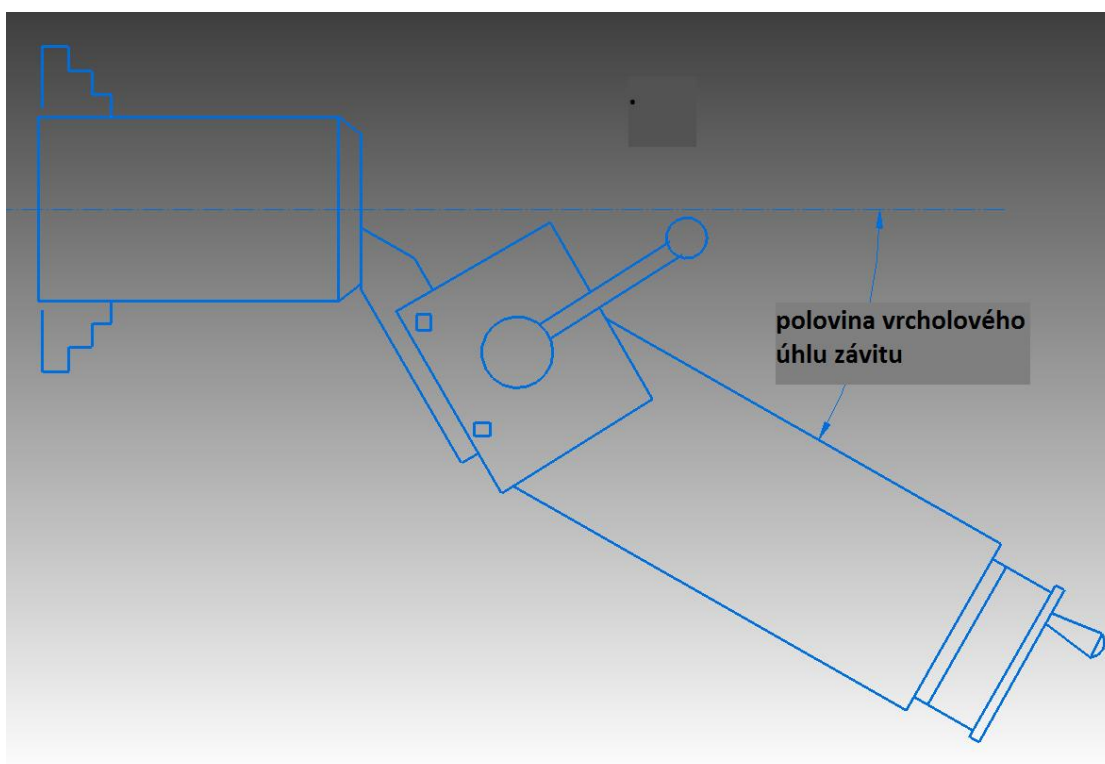


Lepší kvality obrobeného závitu dosáhneme kombinací posuvu a přísmvu. Po najetí na další třísku posuneme nástroj nožovým suportem doleva a teprve poté přidáme úběr další třísky. Nástroj tak odebírá materiál především levým břitem, tříška snáze opouští drážku a závit je kvalitnější.



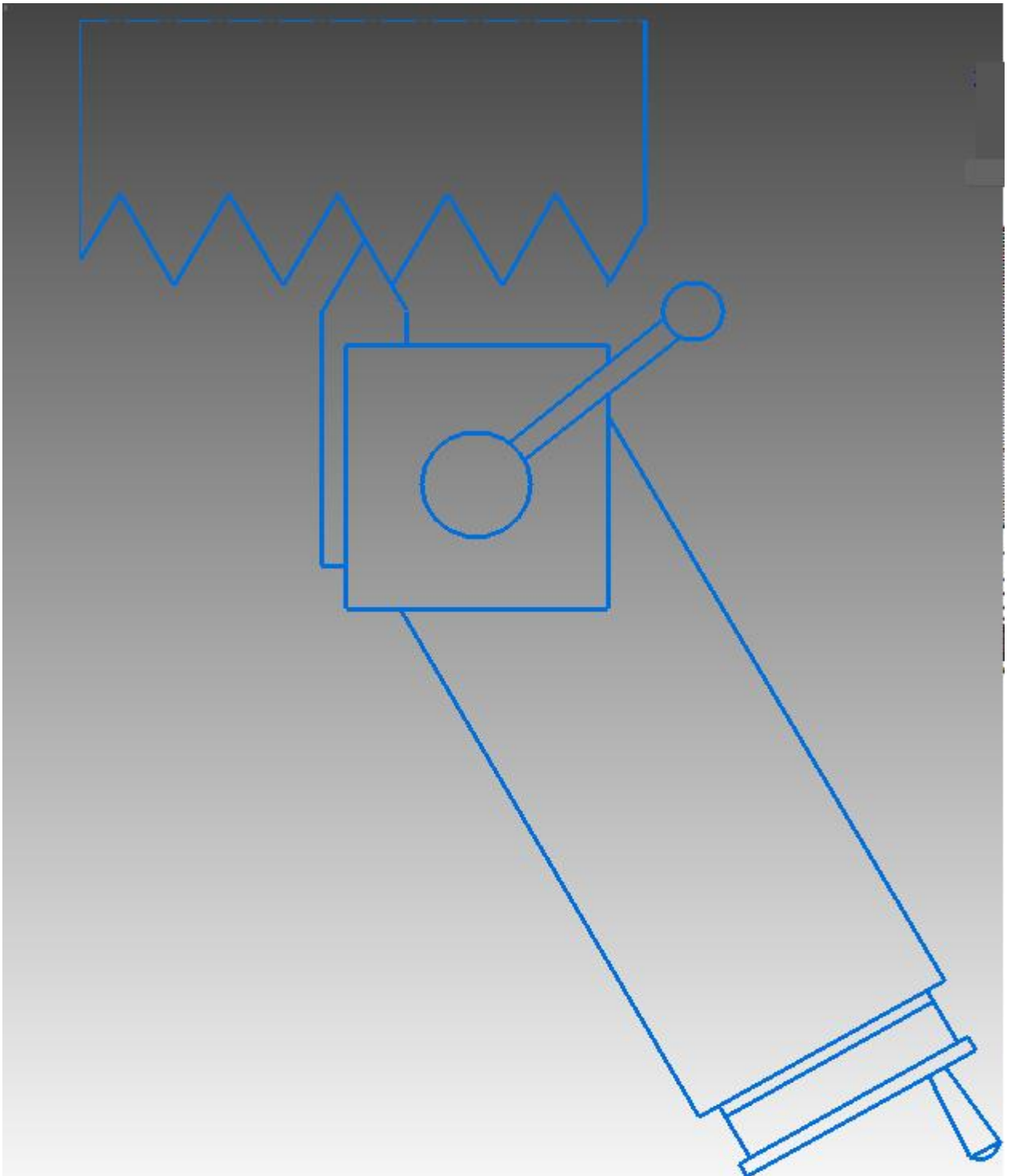
Nejlepších výsledků dosáhneme, když nůž do záběru posuneme rovnoběžně s pravou stranou závitového profilu. Tříska je odebírána pouze levým břitem, ideálně opouští drážku a kvalita vyrobeného závitu je vysoká. Takto lze obrábět i hluboké profily.

Velmi často používaný způsob, jak tohoto způsobu posuvu dosáhnout, je metoda znázorněná na následujícím obrázku.



Nožový suport natočíme o polovinu vrcholového úhlu závitu, u metrického závitu tedy o 30 stupňů. Nožovou hlavu natočíme tak, že nástroj přesně lícuje levým břitem s obrobenou plochou čela obrobku. Tím dosáhneme rovnoběžnosti pravého břitu nástroje se směrem jeho posuvu.

Poté natočíme nožový suport o druhou polovinu vrcholového úhlu závitu a stroj je připraven k obrábění.

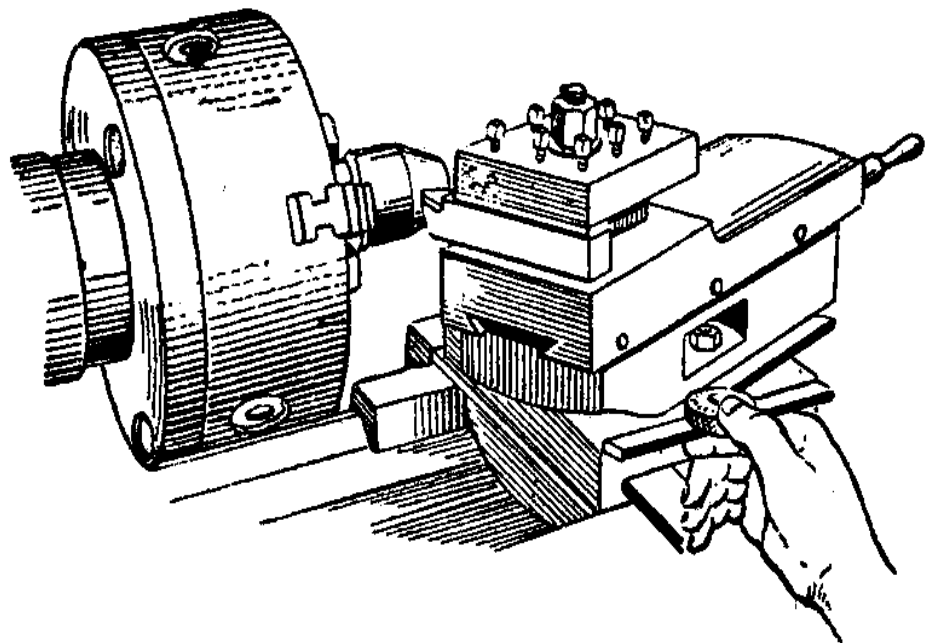


Přísuv do záběru vykonává pouze nožový suport. Drobnou nevýhodou této metody je fakt, že odečítání na noniu nožového suportu nesouhlasí se skutečnou změnou hloubky záběru. Není ovšem problém si hodnotu přepočítat, nebo, což je častější, se řídit citem. Soustružník vidí, že profil závitu je již téměř dokončen a po každém úběru vyzkouší připravenou matici.

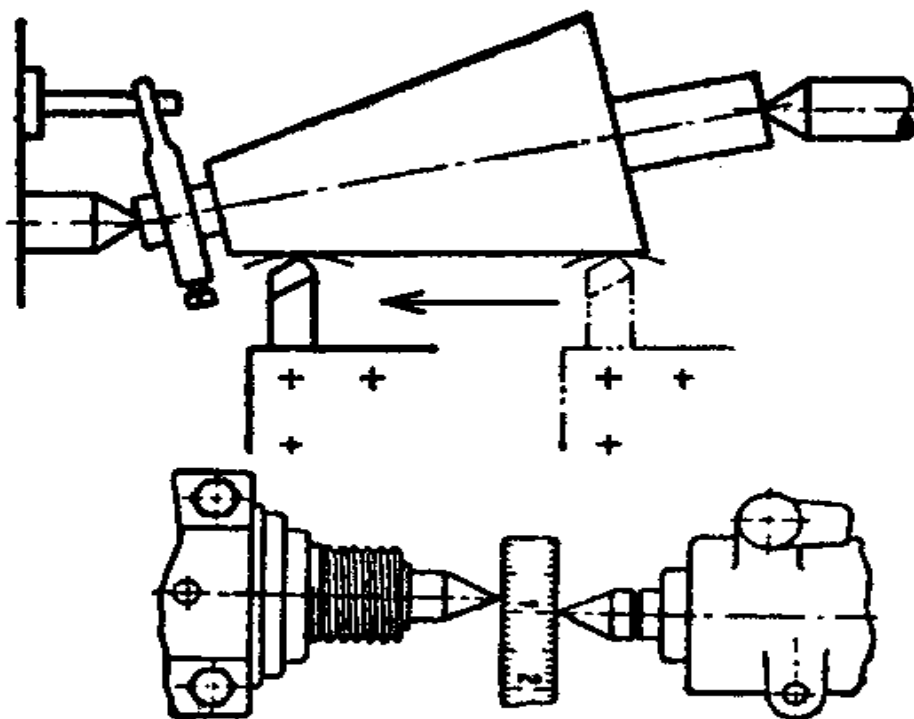
6.5.6 Soustružení kužele na univerzálním hrotovém soustruhu.

Kuželovou plochu můžeme vyrobit těmito způsoby:[12]

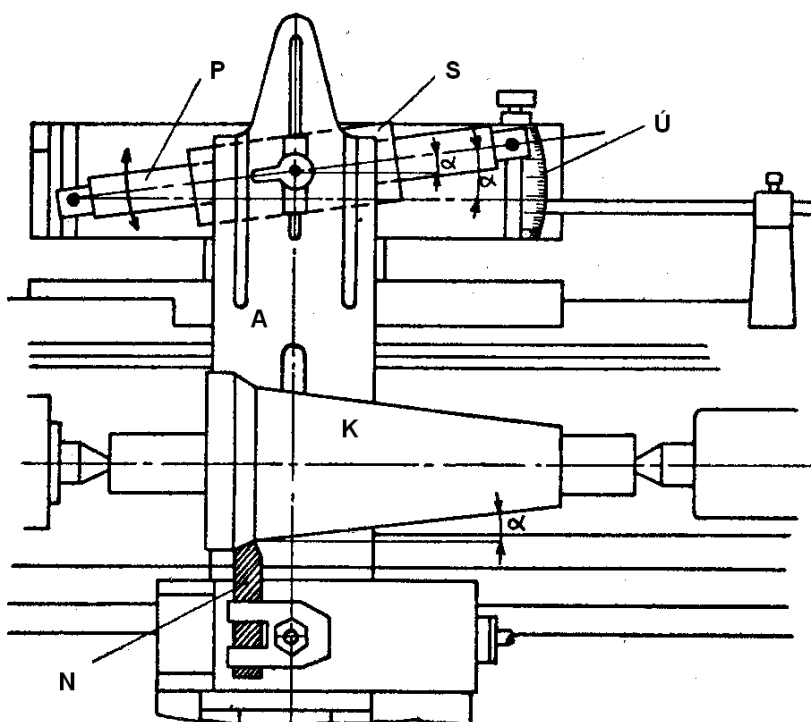
- Pomocí natočení ostří nože (používá se při srážení hran) úhel natočení ostří je polovinou vrcholového úhlu kužele.
- Soustružení kužele pomocným nožovým suportem a natočením točnice. (nelze používat strojních posuvů a délka kužele je limitována rozsahem pomocného nožového suportu.)
- Pomocí vyosení koníka, (tento způsob lze používat pouze při soustružení vnějších kuželů o malé kuželovitosti. Součást musí být upnuta mezi hroty, středící důlky musí být typu **R** a seřizování je velmi obtížné.)
- Pomocí vodícího (sinusového) pravítka. Jedná se o zvláštní příslušenství soustruhu.



Soustružení kužele pomocí natočení pomocného (nožového) suportu [9]



Soustružení kužele pomocí vyosení koníka. Na dolním obrázku je přibližné měření hodnoty vyosení koníka[8]

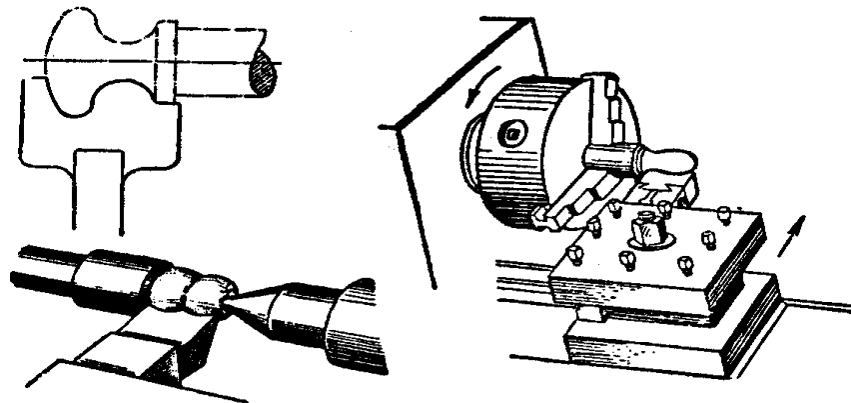


P- vodící pravítka; S- saně pojíždějící po pravítku; Ú- úhlová stupnice k nastavení kuželovitosti; A- suport;K- vyráběný kužel;N- nástroj

Soustružení kužele pomocí vodícího pravítka [8]

6.5.7 Způsoby soustružení tvarových ploch

6.5.7.1 Tvarovým nožem

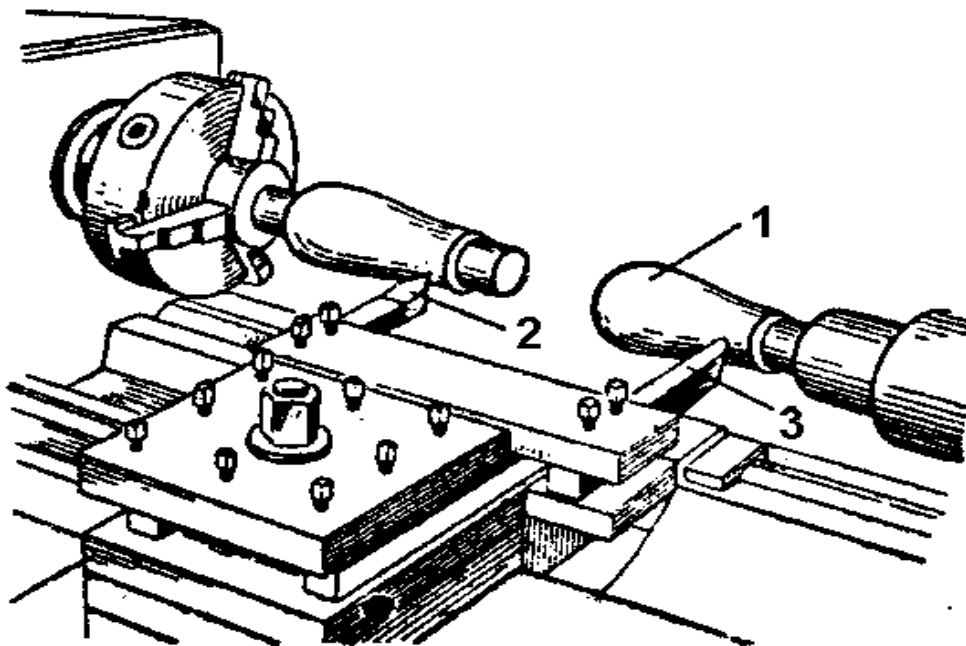


Výroba tvarové součásti tvarovým nožem

6.5.7.2 Výroba tvarových součástí kopírováním

Přímé kopírování vzorku [12]

Výroba tvarové součásti pomocí kopírování vzorku probíhá tak, že vzorek součásti upneme do koníka. V nožové hlavě je upnut soustružnický nůž a kopírovací palec. Při posuvu palec kopíruje povrch vzorku a pohyb je přenášen na soustružnický nůž. Tvar vzorku je kopírován na obrobek.

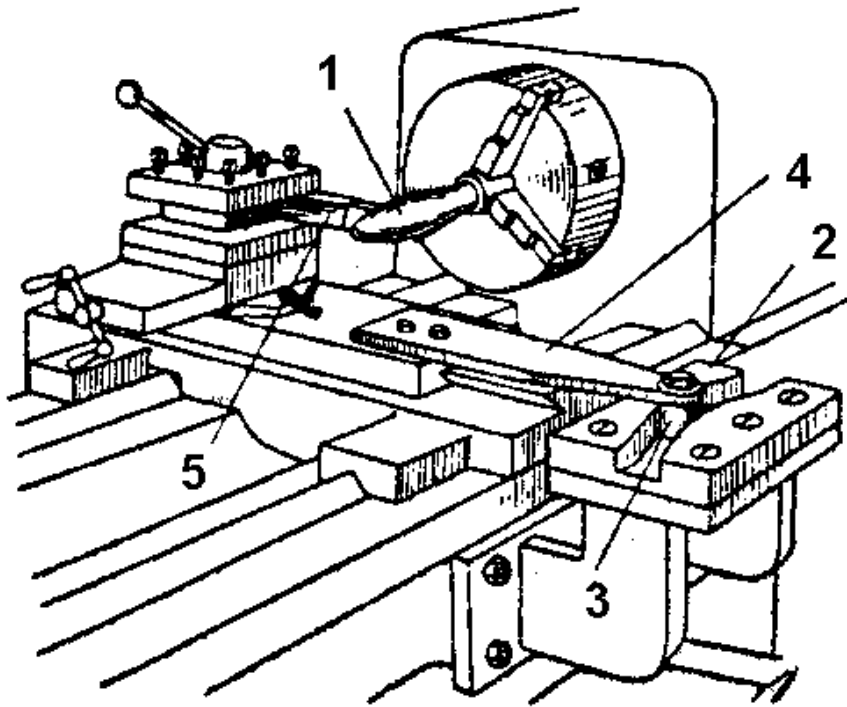


Výroba tvarové součásti kopírováním.[3]1-Vzorek součásti2-Soustružnický nůž

3-Kopírovací palec

Kopírování pomocí šablony

Při výrobě tvarové součásti pomocí šablony je suport uvolněn z posuvového šroubu a axiální pohyb je zajištěn kladkou. Kladka se pohybuje posuvem v drážce modelu. Tvar drážky je přenášen na soustružnický nůž a vzniká tvarová součást.



Výroba tvarové součásti pomocí šablony[9]

- 1-Tvarová součást
- 2-Drážka modelu
- 3-Kladka
- 4-Support
- 5-Soustružnický nůž

Nástupem CNC strojů je soustružení tvarových ploch na univerzálním hrotovém soustruhu neefektivní a nepřesné.

7 Závěr

Cílem předložené diplomové práce bylo systematicky uspořádat a rozdělit způsoby třískového obrábění se zaměřením na speciální technologie při soustružení a vypracovat názorný a metodicky pojatý text zvoleného tématu, tak aby byl dobře použitelný ve vyučovací praxi.

Hlavní cíl mé práce představuje vytvoření přehledného a srozumitelného výukového materiálu, který bude přínosný v hodinách předmětu „Technická praktika – strojní obrábění kovů“. Jsem přesvědčen, že tento úkol se podařilo splnit.

Teoretickým cílem práce byla rešerše poměrně rozsáhlé literatury, která je srozumitelná pouze odborníkům, její další analýza a pro žáky srozumitelné definování základních pojmů.

Pedagogickým cílem bylo názorně a srozumitelně, pomocí tabulek, obrázků a grafů, pochopitelným způsobem přiblížit i náročnější části odborných textů.

Odborný cíl práce se podařilo naplnit navržením řešení některých problematických operací při soustružení. Přitom se vycházelo z dlouhodobých zkušeností odborníků z oboru.

V úvodu práce jsem přehledně a srozumitelně uspořádal základní pojmy, jejichž pochopení je nutné pro vysvětlení dalších problematik. Detailněji jsem se věnoval geometrii břítu, nástrojovým materiálům a tvorbě třísky. Přitom jsem vypracoval problémovou úlohu, týkající se vlivu některých faktorů geometrie břítu nástroje na řezné podmínky a síly působící na břit soustružnického nože.

. V dalších kapitolách jsem se zabýval podrobněji problematikou soustružení a vybranými způsoby upínání obrobků.

V metodicky pojatém závěru jsem rozebral možnosti použití univerzálního hrotového soustruhu a tvary, které je možno s jeho použitím vyrobit. Také jsem zpracoval další dvě problémové úlohy obsahující řešení některých problematických operací soustružení. Předpokládám, že tato část bude díky didaktickému pojetí dobře použitelná jako výukový materiál na všech technicky zaměřených školách.

V dostupné literatuře je velmi málo dílensky zaměřených statí s názornými obrázky. Jako učitel odborného předmětu na střední škole jsem vycházel z praktických zkušeností s výukou strojního obrábění. Mně osobně zpracování daného tématu přineslo vytvoření hierarchického přehledu a uspořádání způsobů soustružení.

Tak rozsáhlé téma jsem dosud nezpracovával a získal jsem tím velkou zkušenost v práci s textovým editorem a úpravou obrázků.

Přínosem práce je, podle mého názoru to, že se podařilo dosáhnout všech v úvodní části vytčených cílů práce a doufám, že uvedený text bude dobře použitelný jak v technické praxi, tak v praxi vyučovací.

8 Seznam použitých zdrojů

Literatura:

- [1] HLUCHÝ, M. a kol. Strojírenská technologie Praha: SNTL 1975. ISBN Neuvedeno.
- [2] HLUCHÝ, M. *Strojírenská technologie 2 – 2.díl – Koroze, základy obrábění, výrobní postupy*. Praha: Scientia 2006. ISBN 80-7183-245-6
- [3] HLUCHÝ, M. a kol. Polotovary a jejich technologičnost, základy obrábění. Praha:SNTL 1989. ISBN Neuvedeno
- [4] ŘASA, J.; ŠVERCL, J. Strojnické tabulky pro školu a praxi 1. Díl. Praha, Scientia 2004 ISBN 80-7183-312-6
- [5] ŘASA, J.; ŠVERCL, J. Strojnické tabulky pro školu a praxi 2. Díl. Praha, Scientia 2007 ISBN 80-86960-20-3
- [6] LEINVEBER, J.; VÁVRA, P. Strojnické tabulky. Úvaly, Albra 2006 ISBN 80-7361-033-7
- [7] SCHMIDT, E. a kol. *Příručka řezných nástrojů*. Praha: SNTL 2001. ISBN Neuvedeno.
- [8] VESELÝ, B. *Technická praktika strojírenského obrábění kovů*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Pedagogická fakulta, 1994. ISBN 80-7040-116-8.
- [9] ŘASA, J.; GABRIEL, V. Strojírenská technologie 3, 1.díl Praha, Scientia 2005 ISBN 80-7183-337-1

Internetové zdroje:

- [10] BULÁNEK, J. Teorie třískového obrábění kovů-bakalářská práce České Budějovice Pedagogická fakulta 2008
<http://coptel.coptkm.cz/index.php?action=2&doc=33586&docGroup=4831&cmd=0&instance=2>
15.1.2012
- [11] Základy třískového obrábění <http://pro-strojare.ic.cz/stt%203sp1/zaklady.htm>
15.1.2012
- [12] VONDRÁŠEK, M. Třískové obrábění se zaměřením na nástroje a technologie při soustružení-bakalářská práce České Budějovice Pedagogická fakulta 2012